



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**ANALISIS OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA  
DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF (TCTO)  
PADA PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
PANAS BUMI (PLTP) ULUBELU UNIT 3&4,  
LAMPUNG**

RIFQI FAUZAN  
NRP 3112 100 126

Dosen Pembimbing  
Cahyono Bintang Nurcahyo ST., MT.

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2016



FINAL PROJECT – RC14-1501

**TIME AND COST OPTIMIZATION ANALYSIS BY  
TIME COST TRADE OFF (TCTO) METHODE ON  
ULUBELU UNIT 3&4 GEOTHERMAL POWER PLAN  
PROJECT, LAMPUNG**

RIFIQI FAUZAN  
NRP 3112 100 126

Supervisor Lecture  
Cahyono Bintang Nurcahyo ST., MT.

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2016

**ANALISIS OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA  
DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF  
(TCTO) PADA PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA PANAS BUMI (PLTP) ULUBELU UNIT  
3&4, LAMPUNG**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada

Bidang Studi Manajemen Konstruksi  
Program Studi S-1 Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**RIFIQ FAUZAN**  
NRP. 3112 100 126

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Cahyono Bintang Nurcahyo



**SURABAYA**  
**JULI, 2016**

# **ANALISIS OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF (TCTO) PADA PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI (PLTP) ULUBELU UNIT 3&4, LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : Rifqi Fauzan  
NRP : 3112 100 126  
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS  
Dosen Konsultasi : Cahyono Bintang Nurcahyo ST., MT.

## **Abstrak**

*Pembangunan proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Ulubelu Unit 3&4, Lampung ini khususnya pada unit 3 mengalami keterlambatan. Berdasarkan laporan pada tanggal 20 November 2015 kinerja total proyek mencapai 42.55% dari target awal sebesar 51.63%. Disisi lain pihak owner meminta dilakukannya percepatan agar dapat mereduksi keterlambatan yang terjadi sehingga proyek bisa selesai pada waktu yang sudah direncanakan. Percepatan akan dilakukan pada pekerjaan Cooling Tower Unit 4.*

*Tugas Akhir ini menggunakan metode Time Cost Trade Off (TCTO) yaitu metode penjadwalan proyek dengan melakukan pertukaran waktu dan biaya. Metode ini bertujuan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan penambahan biaya yang optimum terhadap kegiatan yang dipercepat waktu pekerjaannya. Alternatif percepatan yang digunakan pada Tugas Akhir ini yaitu menambah jam kerja atau lembur dan menambah jumlah pekerja,*

*Dari hasil analisis dengan metoda Time Cost Trade Off ini didapatkan hasil bahwa pada pembangunan Cooling Tower Unit 4 dilakukan percepatan selama 42 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp3.518.293.530,00. Total durasi proyek yang normalnya selama 209 hari menjadi 167 hari dengan biaya total proyek setelah percepatan sebesar Rp23.642.856.246,49.*

***Kata Kunci : Cooling Tower Unit 4, percepatan penyelesaian proyek, TCTO***

# **TIME AND COST OPTIMIZATION ANALYSIS BY TIME COST TRADE OFF (TCTO) METHODE ON ULUBELU UNIT 3&4 GEOTHERMAL POWER PLAN PROJECT, LAMPUNG**

Student Name : Rifqi Fauzan  
NRP : 3112 100 126  
Major Department : Civil Engineering FTSP-ITS  
Supervisor Lecture : Cahyono Bintang Nurcahyo ST., MT.

## ***Abstract***

*Construction of Ulubelu Unit 3&4 Geothermal Power Plan Project, Lampung especially on unit 3 has been delayed. Based on the report on 20 November 2015 the performance of the total project reaches 42.55% from the initial target of 51.63%. On the other hand the owner requesting the acceleration in order to reduce delays so that the project could be completed in the time planned. Acceleration will be done on construction of Cooling Tower Unit 4.*

*This final project using Time Cost Trade Off (TCTO). It is the method of project scheduling by exchanging time and cost. This method aims to accelerate project completion time with the addition of optimum cost for the activity being accelerated time job. Acceleration alternative in this final project is add working hours or overtime and increased the number of workers.*

*From the analysis by the method Time Cost Trade Off, This showed that the construction of Cooling Tower Unit 4 to be accelerated for 42 days by adding a fee of Rp3.518.293.530,00. The total duration of the project, which is normally for 209 days to 167 days at a total cost of the project after the acceleration of Rp23.642.856.246,49.*

***Keywords: Cooling Tower Unit 4, accelerated project completion, TCTO***

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) Pada Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Ulubelu Unit 3&4, Lampung” seperti yang diharapkan. Tugas Akhir ini disusun penulis dalam rangka memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tersayang, Bapak Ahmad Salim dan Ibu Yeyen Eliyantimala atas segala doa dan kasih sayangnya serta kepada saudara-saudaraku yang ikut serta membantu dalam pembiayaan hidup serta kuliah selama empat tahun ini.
2. Bapak Cahyono Bintang Nurcahyo ST., MT. selaku dosen konsultasi yang dengan sabar dan sepenuh hati membimbing, mengarahkan, dan memberikan saran untuk penulis.
3. Bapak dan Ibu karyawan dari perusahaan PT.xxxx yang sudah membantu penulis dalam memberikan data dan membantu dalam pengolahan datanya.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS Surabaya yang tidak mungkin disebutkan satu persatu, atas ketekunan memberikan ilmu-ilmu yang sangat bermanfaat.
5. Adani Talitha Zafira yang selama ini dalam mengerjakan tugas akhir ini sudah mau menemani penulis mengerjakan Tugas Akhir ini baik di siang hari atau begadang di malam hari dan juga sebagai penyemangat penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.



6. Bapak Fidual yang sudah mau direpotkan dan membantu penulis dengan tulus ikhlas hingga penulis dapat melancarkan pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Anak kosan Bumi Marina Emas Barat III no A56 (Ikhsan Fahrozi, Ilham Gumilang Syafei, M. Faisal Mahdy dan Fransiskus Budi) yang senantiasa membantu dan mendukung penulis hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Yustina Mitayani, Ritami Rannu Surira Nari dan Serenita Martha yang sudah menjadi teman dalam mengerjakan Tugas Akhir bersama mulai dari pagi hingga pagi lagi sehingga kita dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini bersama-sama.
9. Rochmi Tisnavianti teman se-topik judul Tugas Akhir yang selalu mengerjakan bersama-sama, memberikan masukan-masukan kepada penulis baik dari Tugas Akhir maupun kehidupan penulis.
10. Teman-teman livic senilria yang sudah mewarnai dan menami penulis selama penulis mulai mengenal kalian hingga saat ini.
11. Keluarga Besar Angkatan 2012, keluarga yang menemani keberadaanku di perantauan selama 4 tahun ini. Keluarga yang hebat. Semoga suatu hari nanti kita bisa bertemu dan berkumpul disuasana yang jauh lebih membanggakan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kesalahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis mengharapakan saran dan kritik agar lebih baik lagi di masa mendatang.

Surabaya, 5 Juni 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
Abstrak .....	iv
Abstract .....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Proyek .....	5
2.2 Penjadwalan .....	6
2.3 Kurva S.....	6
2.4 Rencana Anggaran Biaya .....	8
2.5 Network Planning.....	10
2.5.1 Definisi Network Planning.....	10
2.5.2 Manfaat Network Planning .....	10

2.5.3 Pentingnya Network Planning dalam Manajemen Proyek .....	11
2.5.4 Simbol-simbol pada Network Planning .....	11
2.6 Critical Path Method .....	13
2.7 Crashing Kegiatan Proyek.....	17
2.7.1 Alternatif Penambahan Tenaga Kerja .....	17
2.7.2 Alternatif Shift Kerja.....	17
2.8 Cost Slope .....	18
2.9 Time Cost Trade Off .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1 Lokasi Studi .....	23
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	23
3.2.1 Data Primer .....	23
3.2.2 Data Sekunder .....	23
3.2.2.1 RAB.....	23
3.2.2.2 Schedule Proyek .....	23
3.3 Metode Analisis .....	24
3.3.1 Penyusunan Network Diagram .....	24
3.3.2 Menganalisis Aktivitas Sisa Pekerjaan .....	24
3.3.3 Penentuan Alternatif Percepatan .....	24
3.3.4 Analisa Waktu dan Biaya Optimasi.....	25
3.3.5 Mengevaluasi Hasil Analisa TCTO .....	26
3.3.6 Kesimpulan dan Saran.....	27
3.4 Tahapan Penelitian .....	27

BAB IV ANALISA TIME COST TRADE OFF .....	31
4.1 Gambaran Umum Proyek.....	31
4.2 Data Umum .....	32
4.3 Asumsi dan Batasan .....	33
4.4 Menyusun Precedence Diagram.....	33
4.4.1 Identifikasi Aktivitas Sisa .....	33
4.4.2 Hubungan Antar Aktivitas .....	36
4.4.3 Menentukan Aktivitas Kritis .....	37
4.5 Menentukan Normal Duration .....	38
4.6 Menentukan Normal Cost .....	41
4.7 Analisa Time Cost Trade Off.....	42
4.7.1 Perhitungan Produktivitas Harian Normal .....	42
4.7.2 Alternatif Percepatan.....	43
4.7.3 Perhitungan Produktivitas Setelah Percepatan .....	45
4.7.4 Crash Duration .....	46
4.7.5 Crash Cost .....	47
4.7.6 Cost Slope .....	50
4.7.7 Biaya Langsung (Direct Cost).....	51
4.7.8 Biaya Tidak Langsung .....	51
4.8 Analisa Kompresi.....	52
4.8.1 Kompresi Tahap 1 .....	53
4.8.2 Kompresi Tahap 2.....	54
4.8.3 Kompresi Tahap 3.....	55
4.8.4 Kompresi Tahap 4.....	56

4.8.5 Kompresi Tahap 5.....	57
4.8.6 Kompresi Tahap 6.....	58
4.8.7 Kompresi Tahap 7.....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	65
5.1 Kesimpulan .....	65
5.2 Saran .....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN .....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva S.....	7
Gambar 2.2 Critical Path Method.....	14
Gambar 2.3 Tenggang Waktu Kegiatan Critical Path Method....	16
Gambar 2.4 Grafik Cost Slope .....	18
Gambar 2.5 Grafik Hubungan Waktu dan Biaya .....	21
Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian.....	29
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Biaya Langsung dan Waktu Penyelesaian Proyek.....	61
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Biaya Tidak Langsung dan Waktu Penyelesaian Proyek.....	61
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Biaya Total dan Waktu Penyelesaian Proyek.....	61
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung, Total Biaya dan Waktu Penyelesaian Proyek .....	62

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rencana Anggaran Biaya .....	9
Tabel 4.1 Detail Aktivitas Sisa Per Cell .....	33
Tabel 4.2 Daftar Kegiatan-Kegiatan Kritis Pekerjaan.....	37
Tabel 4.3.1 Penjadwalan Normal Duration Per Cell .....	38
Tabel 4.3.2 Penjadwalan Normal Duration Cooling Tower Unit 4 .....	40
Tabel 4.4 Daftar Normal Cost Pekerjaan .....	41
Tabel 4.5 Detail Produktivitas Normal.....	43
Tabel 4.6 Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost) .....	51
Tabel 4.7 Rekapitan Dari Setiap Kegiatan .....	53
Tabel 4.8 Analisis Waktu dan Biaya Proyek.....	60
Tabel 4.9 Rekapitulasi Biaya Setelah Percepatan .....	63
Tabel 4.10 Durasi Total Proyek Setelah Percepatan .....	64



*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Ulubelu Unit 3&4, Lampung ini adalah proyek pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) yang berfungsi untuk mensuplai listrik daerah Lampung dan sekitarnya. Proyek geothermal ini kedepannya akan semakin bertambah karena diiringi dengan kebutuhan listrik di Indonesia yang semakin meningkat dan di Indonesia terdapat banyak titik panas bumi yang bisa dijadikan sebagai bahan dasar untuk menghasilkan listrik.

Pada proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Ulubelu Unit 3&4, Lampung ini terdapat berbagai macam equipment didalamnya sehingga memerlukan ketelitian dalam proses pelaksanaannya dan juga memerlukan ketepatan waktu sesuai dengan jadwal yang sudah direncanakan tanpa adanya keterlambatan. Pada kenyataannya pembangunan PLTP ini khususnya pada unit 3 mengalami keterlambatan selama pengerjaannya yang membuat keluar dari jadwal yang sudah direncanakan. Berdasarkan laporan progress pada tanggal 20 November 2015, progress pelaksanaan pembangunan yang sudah dilaksanakan mencapai 42.55%. Sedangkan menurut jadwal rencana pada tanggal 20 November 2015 tersebut harus mencapai 51.63%. Dengan demikian pelaksanaan pembangunan proyek ini mengalami keterlambatan. Maka dari itu pihak owner meminta dilakukannya percepatan agar dapat mereduksi keterlambatan yang terjadi sehingga proyek bisa selesai pada waktu yang sudah direncanakan.

Keterlambatan proyek dapat diatasi dengan mengadakan percepatan durasi proyek. Namun percepatan durasi akan mengakibatkan penambahan biaya. Metode yang dapat digunakan untuk permasalahan ini adalah *Time Cost Trade Off* atau pertukaran waktu dan biaya. Tujuan dari metode ini adalah mempercepat waktu penyelesaian proyek dan menganalisis sejauh

mana waktu dapat dipersingkat dengan penambahan biaya yang minimum terhadap kegiatan yang dapat dipercepat waktu pekerjaannya. Sehingga dapat diketahui percepatan yang paling maksimum dan biaya yang paling minimum. Metode ini memberikan solusi alternatif kepada perencana proyek untuk menyusun perencanaan yang terbaik sehingga dapat mengoptimalkan waktu dan biaya dalam penyelesaian proyek. Metode ini dapat dilakukan dengan menambah shift pekerjaan, menambah jam kerja atau lembur, menggunakan material yang lebih cepat pelaksanaannya, menambah jumlah pekerja, menambah alat bantu agar lebih produktif dan mengubah metode konstruksi.

Pada Tugas Akhir ini akan di aplikasikan metoda *Time Cost Trade Off* agar proyek ini dapat lebih cepat mengejar keterlambatannya. Percepatan akan dilakukan pada pekerjaan struktur (*civil work*) untuk Cooling Tower Unit 4.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah dijelaskan diatas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah biaya dan waktu pada pelaksanaan proyek setelah dilakukan percepatan?

## 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mencari biaya dan waktu pada pelaksanaan proyek setelah dilakukan percepatan.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Data dan pembahasan hanya dilakukan pada pekerjaan Cooling Tower Unit 4
2. Waktu normal pekerjaan sesuai yang tercantum pada penjadwalan Ms. Project
3. Pekerjaan yang ditinjau hanya pada pekerjaan sipil (*civil work*)

4. Biaya yang digunakan pada Tugas Akhir ini berasal dari pihak kontraktor
5. Alternatif percepatan yang digunakan adalah penambahan jam lembur selama 5 jam dan penambahan jumlah pekerja.

## **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari tugas akhir ini adalah:

1. Menambah pengetahuan tentang penerapan *Time Cost Trade Off* (TCTO) pada proyek konstruksi.
2. Menambah referensi atau bahan kajian bagi penelitian selanjutnya.
3. Sebagai solusi bagi proyek dalam memilih alternatif percepatan dalam melakukan percepatan.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Proyek**

Proyek adalah kumpulan aktivitas yang saling berhubungan dimana ada titik awal dan titik akhir serta hasil tertentu, yang bersifat lintas fungsi organisasi sehingga membutuhkan bermacam keahlian (*skills*) dari berbagai profesi dan organisasi. Setiap proyek memiliki sisi unik yang berbeda-beda, bahkan tidak ada dua proyek yang persis sama. Proyek merupakan kegiatan dalam mencapai tujuan tertentu dengan menggunakan sumber daya yang tersedia dan diselesaikan dalam waktu tertentu sesuai dengan kesepakatan tanpa mengabaikan sasaran dari proyek itu sendiri. (Dipohusodo, 1996)

Tujuan tertentu dari proyek konstruksi harus dicapai dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Ketiga batasan tersebut yang dijadikan parameter penting bagi penyelenggaraan proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek. Faktor-faktor yang diperlukan dalam proyek konstruksi yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi) dan *time* (waktu)

Mutu konstruksi juga tidak lepas dari penjagaan agar sesuai dengan target awal. Namun demikian, pada kenyataannya sering terjadi pembengkakan biaya sekaligus keterlambatan waktu pelaksanaan (Tjaturono, 2004).

Pihak-pihak yang terkait dalam pelaksanaan proyek konstruksi antara lain pemilik, perencana (konsultan), pelaksana kontraktor, pengawas (konsultan), penyandang dana, pemerintah (regulasi), pemakai bangunan dan masyarakat. Jasa konstruksi merupakan jasa pelayanan perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan konstruksi (Januar, 2011).

## 2.2 Penjadwalan

Penjadwalan merupakan tahapan menterjemahkan suatu kegiatan proyek konstruksi ke dalam suatu diagram-diagram yang sesuai dengan skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan setiap kegiatan akan dimulai, ditunda dan diselesaikan sehingga tercipta hubungan antar kegiatan atau pekerjaan dalam suatu proyek.

Mengatur jadwal proyek merupakan berpikir secara mendalam melalui berbagai persoalan-persoalan. Menguji jalur-jalur yang logis serta menyusun berbagai macam tugas yang menghasilkan suatu kegiatan lengkap dan menuliskan bermacam-macam kegiatan dalam kerangka yang logis dan rangkaian waktu yang tepat (Luthan, 2006). Selama proses pengendalian proyek, penjadwalan mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai permasalahannya. Proses monitoring serta updating selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang paling realistis agar alokasi sumber daya dan penetapan durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek. Adapun tujuan penjadwalan adalah sebagai berikut:

- a. Mempermudah perumusan masalah proyek.
- b. Menentukan metode atau cara yang sesuai.
- c. Kelancaran kegiatan lebih terorganisir.
- d. Mendapatkan hasil yang optimum

## 2.3 Kurva S

Pembuatan kurva S dikerjakan setelah menghitung rencana anggaran biaya dan melakukan analisis harga satuan pekerjaan. Kurva S itu sendiri adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warrent T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Selain itu, kurva S merupakan salah satu metode perencanaan pengendalian biaya yang efektif serta seringkali digunakan pada proyek.

Penggambaran kurva S merupakan visualisasi dari kemajuan pekerjaan kumulatif pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horisontal yang dapat dilihat pada Gambar 2.1. Kemajuan pekerjaan dalam kurva S didefinisikan sebagai prosentase bobot

**Gambar 2.1** Kurva S  
Laporan progres bulanan dari PT. xxx



Kurva S memiliki beberapa fungsi. Berikut ini adalah fungsi dari Kurva S (Pamungkas, 2011).

- a. Menentukan waktu penyelesaian proyek
- b. Menentukan waktu penyelesaian bagian proyek
- c. Menentukan besarnya biaya pelaksanaan proyek
- d. Menentukan waktu untuk mendatangkan material dan alat yang akan digunakan

Penggambaran kurva S dapat diasumsikan biaya setiap item terdistribusi secara merata selama durasinya. Kondisi ini tidak selamanya benar, karena dimungkinkan suatu item pekerjaan dengan biaya pembelian material yang besar (menyerap lebih dari 50% dari total harga pekerjaan) akan diserap diawal pekerjaan tersebut dan sisa durasi dilakukan untuk biaya pemasangannya. Namun hal ini tidak sepenuhnya dapat dijadikan dasar untuk pembuatan tagihan kontraktor dikarenakan progres fisik pengerjaannya belum terlaksana.

## **2.4 Rencana Anggaran Biaya**

Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) suatu proyek adalah kegiatan yang harus dilakukan sebelum proyek dilaksanakan. RAB adalah banyaknya biaya yang dibutuhkan baik upah maupun bahan dalam sebuah pekerjaan proyek konstruksi. Daftar ini berisi volume, harga satuan, serta total harga dari berbagai macam jenis material dan upah tenaga yang dibutuhkan untuk pelaksanaan proyek tersebut seperti yang terlihat pada Gambar 2.2. Adanya RAB dapat dijadikan sebagai acuan pelaksanaan pekerjaan yang memuat *real cost* dari proyek yang dikerjakan. Dari *real cost* ini kemudian ditentukan harga borongan untuk lelang (Nugroho, 2009). RAB merupakan jumlah dari RAP (Rencana Anggaran Pelaksanaan) dan keuntungan.

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL.	SAT.	HARGA SAT. (Rp)	TOTAL HARGA (Rp)
<b>II</b>	<b>Instalasi Air Kotor</b>				
1	-Pasang pipa PVC Ø 3" AW	60.00	m1	25,000.00	1,500,000.00
2	-Pasang pipa PVC Ø 4" AW	12.00	m1	30,000.00	360,000.00
3	-Bak kontrol	2.00	Unit	50,000.00	100,000.00
4	-Pekerjaan septic tank dan rembesan	1.00	Unit	2,000,000.00	2,000,000.00
			<b>SUB TOTAL</b>		<b>6,625,000.00</b>
<b>E</b>	<b>PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK</b>				
1	-Titik Lampu Plafond	26.00	Ttk	65,000.00	1,690,000.00
2	-Titik Stop Kontak	5.00	Ttk	65,000.00	325,000.00
3	-Saklar Tunggal Broco Grasio	4.00	Bh	20,000.00	80,000.00
4	-Saklar Ganda Broco Grasio	11.00	Bh	22,500.00	247,500.00
5	-Stop Kontak Broco Grasio	5.00	Bh	22,500.00	112,500.00
6	-Fitting Lampu	26.00	Bh	20,000.00	520,000.00
7	-MCB 6 A = 4 BH DAN MCB 10 A = 2 BH	6.00	Bh	75,000.00	450,000.00
8	-BOX MCB 4 GROUP EX. PRESTO	2.00	Bh	50,000.00	100,000.00
			<b>SUB TOTAL</b>		<b>3,525,000.00</b>
<b>F</b>	<b>PEKERJAAN LAIN-LAIN</b>				
1	-Kubah stainless	1.00	bh	12,500,000.00	12,500,000.00
			<b>SUB TOTAL</b>		<b>12,500,000.00</b>
			<b>TOTAL</b>		<b>222,793,050.00</b>

**Tabel 2.1** Rencana Anggaran Biaya

<http://al-musyariin.blogspot.co.id/2013/11/panitia-pembangunan-masjid-al-musyariin.html>

RAP terdiri dari biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). Biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi, tetapi harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Biaya tidak langsung secara umum menunjukkan biaya-biaya *overhead* seperti pengawasan, administrasi, konsultan, bunga dan biaya lainnya/biaya tak terduga. Biaya tidak langsung tidak dapat dihubungkan dengan paket kegiatan dalam proyek, sedangkan biaya langsung secara umum menunjukkan biaya tenaga kerja, bahan, peralatan serta terkadang juga biaya sub kontraktor. Biaya langsung akan bersifat biaya normal apabila dilakukan dengan metode dan waktu yang normal sehingga pengurangan waktu akan menambah biaya dari kegiatan proyek. Maka dari itu, untuk durasi waktu yang dibebankan (*imposed duration date*) biayanya akan lebih besar daripada biaya untuk durasi waktu yang normal (Frederika, 2010).

Setelah proyek berjalan, setiap pengeluaran yang terjadi dicatat dalam Realisasi Biaya Pekerjaan (RBP). Jumlah penggunaan dana proyek dalam RBP ini seharusnya lebih kecil

atau paling tidak sama dengan yang tercantum dalam RAB, sehingga perusahaan mendapatkan keuntungan. Namun dalam usaha memperoleh keuntungan ini mestinya tidak mengurangi kualitas dan kuantitas hasil kerja. Kegiatan pengendalian biaya sangat dibutuhkan untuk mencapai tujuan tersebut. Penyusunan RAB dibutuhkan volume pekerjaan dan juga harga satuan pekerjaan. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga satuan bahan dan upah tenaga kerja (Frederika, 2010).

## **2.5 Network Planning**

### **2.5.1 Definisi Network Planning**

Menurut Herjanto (2003), Network Planning didefinisikan sebagai satu model yang banyak digunakan dalam penyelenggaraan proyek, yang produknya berupa informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam diagram jaringan kerja yang bersangkutan. Dapat disimpulkan bahwa network planning merupakan suatu perencanaan dan pengendalian proyek yang menggambarkan hubungan ketergantungan antara tiap pekerjaan yang digambarkan dalam diagram network.

### **2.5.2 Manfaat Network Planning**

Network planning juga memiliki beberapa manfaat menurut Handoko (2000), yakni sebagai berikut.

- a. Perencanaan suatu proyek yang kompleks
- b. Schedulling pekerjaan-pekerjaan sedemikian rupa dalam urutan yang praktis dan efisien
- c. Mengadakan pembagian kerja dari tenaga kerja dan dana yang tersedia
- d. Schedulling ulang untuk mengatasi hambatan-hambatan dan keterlambatan-keterlambatan
- e. Menentukan trade-off (kemungkinan pertukaran) antara waktu dan biaya
- f. Menentukan probabilitas penyelesaian suatu proyek

### 2.5.3 Pentingnya Network Planning dalam Manajemen Proyek

Dalam manajemen proyek, dari segi penyusunan jadwal, network planning dipandang sebagai salah satu langkah penyempurnaan metode bagan balok karena dapat memberi jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang belum terpecahkan oleh metode tersebut, seperti :

- a. Berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek
- b. Kegiatan-kegiatan mana yang bersifat kritis dan hubungannya dengan penyelesaian proyek
- c. Bila terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan kegiatan tertentu, bagaimana pengaruhnya terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- d. Menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen, dengan hubungan ketergantungan yang kompleks
- e. Membuat perkiraan jadwal yang paling ekonomis
- f. Mengusahakan fluktuasi minimal penggunaan sumber daya

(Herjanto, 2003)

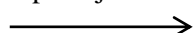
### 2.5.4 Simbol-simbol pada Network Planning

Untuk dapat membaca dengan baik suatu diagram jaringan kerja, perlu dijelaskan pengertian dasar hubungan antar simbol yang ada. Simbol-simbol tersebut adalah sebagai berikut.

- a. Anak Panah (*Arrow*)/Kegiatan (*Activity*)

Anak panah menggambarkan kegiatan (*activity*). Arah anak panah menunjukkan arah kegiatan, sehingga dapat diketahui kegiatan yang mendahului ataupun kegiatan yang mengikutinya.

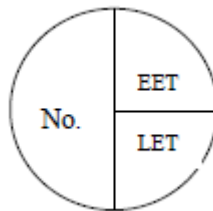
Terdapat 3 jenis anak panah :

 : Anak panah biasa menunjukkan kegiatan biasa

—————→ : Anak panah merah menunjukkan kegiatan kritis

-----> : Anak panah putus-putus menunjukkan kegiatan *dummy*. Berfungsi sebagai penghubung, tidak membutuhkan sumber daya maupun waktu penyelesaian. *Dummy* terjadi akibat dua kegiatan yang dimulai dari sampul yang sama dan berakhir pada sampul lain yang sama juga.

- b. Lingkaran kecil (*node*)/peristiwa (*event*)



Menyatakan suatu kejadian yang diartikan sebagai pertemuan dari permulaan atau akhir atau beberapa kegiatan. Umumnya kejadian/peristiwa ditandai dengan kode angka yang disebut nomor kejadian.

Terdapat beberapa nama yang digunakan untuk pengertian network planning, antara lain:

- a. NMT : *Network Management Technique*
- b. PERT : *Program Evaluation and Review Technique*
- c. CMD : *Chart Method Diagram*
- d. CPA : *Critical Path Analysis*
- e. PEP : *Program Evaluation Procedure*
- f. CPM : *Critical Path Method*

## 2.6 Critical Path Method

*CPM* atau Metode Jalur Kritis adalah suatu rangkaian item pekerjaan dalam suatu proyek yang menjadi bagian kritis atas terselesainya proyek secara keseluruhan. Ketidaktepatan waktu suatu pekerjaan yang masuk dalam pekerjaan kritis akan menyebabkan proyek mengalami keterlambatan karena waktu *finish* proyek akan menjadi mundur atau *delay*, sehingga memerlukan perhatian khusus (kritis). Hal lain yang perlu diperhatikan berkaitan dengan jalur kritis yaitu slack pekerjaan jalur kritis sama dengan 0 (nol), sehingga memungkinkan relokasi sumber daya dari pekerjaan non kritis ke pekerjaan kritis. *CPM* dibangun atas suatu network yang dihitung dengan cara tertentu dan dapat pula dengan *software*. Metode ini sangat bermanfaat dalam perencanaan dan pelaksanaan pengawasan pembangunan suatu proyek. Penggunaan *CPM* secara sederhana bermaksud untuk membuat jadwal yang berukuran besar pada proyek besar menjadi jadwal yang lebih kecil sehingga jadwal tersebut dapat lebih mudah untuk dikelola.

Metode ini merupakan model kegiatan proyek yang digambarkan dalam bentuk jaringan. Pengerjaannya menggunakan asumsi, bahwa kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya (*predecessor*) sudah selesai. Untuk mengetahui data kegiatan *predecessor*, dilakukan pada saat inventarisasi kegiatan yang mengacu pada kurva S proyek yang sudah ada. Seperti yang tertulis pada sub bab *network planning*, jaringan *CPM* disusun dengan menggambarkan anak panah sebagai hubungan antar kegiatan dan lingkaran sebagai kegiatan.

Metode ini merupakan model kegiatan proyek yang digambarkan dalam bentuk jaringan. Pengerjaannya menggunakan asumsi, bahwa kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya (*predecessor*) sudah selesai. Untuk mengetahui data kegiatan *predecessor*, dilakukan pada saat inventarisasi kegiatan yang mengacu pada kurva S proyek yang sudah ada. Seperti yang tertulis pada sub bab *network planning*, jaringan *CPM* disusun dengan

menggambarkan anak panah sebagai hubungan antar kegiatan dan lingkaran sebagai kegiatan.

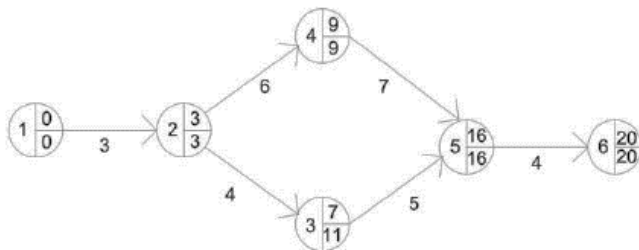
$$EET_j = (EET_i + D_{ij}) \max$$

### Rumus 2.2 Rumus Perhitungan EET

Dengan :  
 $EET_i$  = waktu mulai paling cepat dari *event*  $i$   
 $EET_j$  = waktu mulai paling cepat dari *event*  $j$   
 $D_{ij}$  = durasi untuk melaksanakan kegiatan antara *event*  $i$  dan *event*  $j$

Berikut tahap-tahap untuk menghitung  $EET$  mengacu pada gambar 2.3.:

- Tentukan nomor kegiatan dari kiri ke kanan, mulai dari kegiatan nomor 1 berturut-turut sampai nomor maksimal.
- Tentukan nilai  $EET_i$  untuk kegiatan nomor 1 (paling kiri) dengan angka awal yaitu nol.
- Menghitung nilai  $EET_j$  kegiatan berikutnya dengan rumus 2.2. Apabila terdapat beberapa kegiatan (termasuk *dummy*) menuju atau dibatasi oleh kegiatan yang sama, maka diambil nilai  $EET_j$  yang maksimum.



**Gambar 2.2** Critical Path Method

Hasil dari perhitungan maju dimasukkan pada kolom atas di dalam lingkaran, seperti yang terlihat dalam gambar 2.3.

Sedangkan kolom bawahnya diisi dari hasil perhitungan mundur. Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan (hari terakhir penyelesaian proyek) suatu jaringan kerja. Perhitungan mundur ini digunakan untuk menghitung *LET*, dimana *LET* adalah kegiatan paling akhir atau waktu paling lambat dari *event* (Soeharto, 1995).

$$LET_i = (LET_j - D_{ij}) \min$$

**Rumus 2.3** Rumus Perhitungan LET

Dengan :

*LET<sub>i</sub>* = waktu mulai paling lambat dari *event i*  
*LET<sub>j</sub>* = waktu mulai paling lambat dari *event j*  
*D<sub>ij</sub>* = durasi untuk melaksanakan kegiatan antara *event i* dan *event j*

Prosedur perhitungan *LET* :

- Tentukan nilai *LET* kegiatan terakhir (paling kanan) sesuai dengan nilai *EET* kegiatan terakhir.
- Menghitung nilai *LET* dari kanan ke kiri dengan rumus di atas.
- Bila terdapat lebih dari satu kegiatan (termasuk *dummy*) maka dipilih *LET* yang minimum.

Pada *CPM* terdapat istilah tenggang waktu kegiatan (*activity float*) yang merupakan ukuran batas toleransi keterlambatan proyek. Terdapat tiga macam tenggang waktu kegiatan, antara lain *total float (TF)*, *free float (FF)* dan *independent float (IF)*.

- Total Float* adalah jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan (Soeharto, 1995). Nilai *Total Float* dirumuskan dengan :

$$TF = LET(j) - EET(i) - D$$

**Rumus 2.4** Rumus *Total Float*



- b. *Free float* adalah sama dengan sejumlah waktu dimana penyelesaian kegiatan tersebut dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya ataupun semua peristiwa yang lain pada jaringan kerja (Soeharto, 1995). Nilai *Free Float* adalah :

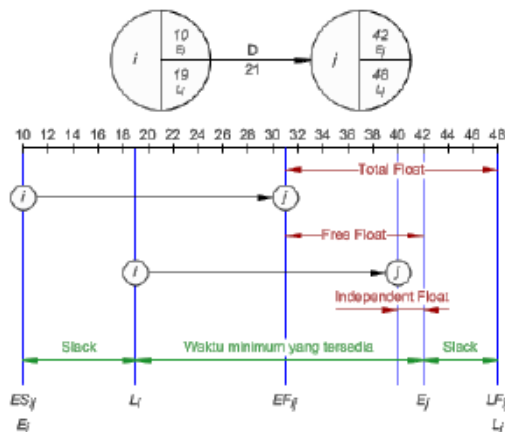
$$FF = EET(j) - EET(i) - D$$

**Rumus 2.5** Rumus *Free Float*

- c. *Independent float* adalah suatu kegiatan yang boleh digeser atau dijadwalkan dan sedikitpun tidak sampai mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan (Soeharto, 1995).

$$IF = EET_j - D - LET_i$$

**Rumus 2.6** Rumus *Independent Float*



**Gambar 2.3** Tenggang Waktu Kegiatan pada *Critical Path Method*

## 2.7 Crashing Kegiatan Proyek

*Crashing* adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempersingkat umur proyek. Sebelum melakukan *crashing*, harus diketahui dahulu lintasan kritis proyek dengan menggunakan *network planning*. Dengan adanya lintasan kritis dapat membantu dalam penentuan kegiatan kritis yang akan dilakukan *crashing*/dipercepat durasinya. Ada dua hal yang menjadi faktor dilakukan *crashing*, yang pertama yaitu karena suatu proyek mengalami keterlambatan sehingga perlu adanya pengerjaan sistem tercepat yang dapat mencapai target awal penyelesaian proyek. Faktor kedua adalah adanya perjanjian kontrak di awal bahwa proyek diharapkan segera selesai dengan waktu yang singkat.

### 2.7.1 Alternatif Penambahan Tenaga Kerja

Dalam merencanakan penambahan jumlah tenaga kerja yang realistis perlu memperhatikan berbagai faktor, yaitu produktivitas tenaga kerja, keterbatasan sumber daya, jumlah tenaga kerja konstruksi di lapangan (Iqbal, 2012). *Crashing* dengan menambahkan faktor sumber daya (tenaga kerja) akan mempengaruhi efisiensi proyek. Produktivitas untuk alternatif ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.7. (Dwi Susanto, 2011)

$\text{Produktivitas } crashing = \frac{\text{Prod. harian normal} \times \text{Jumlah pekerja percepatan}}{\text{Jumlah pekerja normal}} \quad (2.7.)$
---

### 2.7.2 Alternatif Shift Kerja

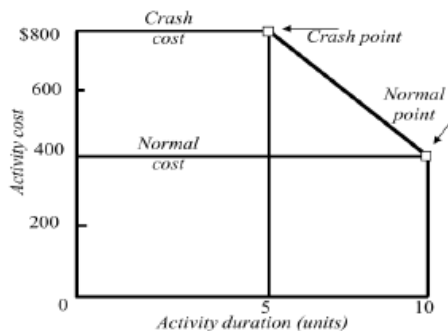
Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan antara penambahan pekerja dan alternatif *shift* kerja. Pada saat pemakaian *shift* kerja harapannya bisa meningkatkan produktivitas tenaga kerja pada proyek, sebab pekerja pada masing-masing *shift* orangnya tidak sama. Pembagian pekerja berdasarkan data tenaga kerja pada proyek yang dilakukan penelitian. Jumlah *shift* disesuaikan dengan kebutuhan proyek

atau disesuaikan dengan perjanjian antara pemilik dengan pelaksana proyek. Produktivitas pada *shift* kerja dihitung dengan rumus 2.8. (Sani dan Septiropa, 2014)

$$\text{Produktivitas } \textit{crashing} = \text{Prod. harian normal} \times \text{jumlah } \textit{shift} \quad (2.8.)$$

## 2.8 Cost Slope

Pemilihan kegiatan kritis tergantung pada pengidentifikasian kegiatan-kegiatan dengan waktu normal dan waktu paku (*crash time*) dan biaya yang berhubungan dengannya. Waktu normal untuk kegiatan menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas atau kegiatan dengan sumber daya normal yang ada tanpa adanya biaya tambahan lain dalam sebuah proyek. Percepatan waktu suatu kegiatan disebut *crashing*. Waktu penyelesaian kegiatan tercepat yang mungkin untuk dicapai disebut dengan *crash time* dan biayanya disebut dengan *crash cost*. Pada Gambar 2.5. dapat dilihat bahwa titik paku (*crash point*) menunjukkan waktu maksimum sebuah kegiatan dapat dipercepat, sedangkan garis miring (*slope*) menunjukkan asumsi biaya pengurangan waktu kegiatan yang konstan tiap satuan waktu.



**Gambar 2.4** Grafik *Cost Slope*

Berdasarkan kemiringan (*slope*) dari masing-masing segment garis yang dapat memberikan identifikasi mengenai pengaruh biaya terhadap pengurangan waktu penyelesaian suatu proyek, maka manajer akan dapat lebih mudah membandingkan kegiatan kritis mana yang akan dipercepat. *Slope* dapat dihitung dengan rumus 2.9.

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Normal time} - \text{Crash time}}$$

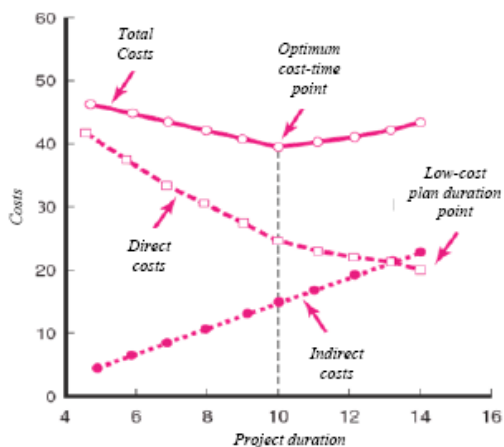
### **Rumus 2.9** Perhitungan *Cost Slope*

## **2.9 Time Cost Trade Off**

Terdapat beberapa alasan yang dapat menjadi dasar untuk melakukan percepatan durasi waktu dari sebuah proyek. Seperti adanya tekanan persaingan global, pemberian insentif kepada pelaksana proyek jika proyek selesai lebih cepat, dan kemungkinan terjadinya sebab-sebab yang tidak terduga seperti gangguan cuaca, kesalahan perancangan awal, kegagalan konstruksi serta kerusakan mesin dan peralatan dapat menjadi sebab mengapa durasi penyelesaian proyek harus dikurangi. Namun dalam upaya pengurangan durasi proyek ini terkadang biaya yang muncul mengalami kenaikan dari biaya rencana sebelumnya.

Dalam proses mempercepat penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan waktu aktivitas, diusahakan agar pertambahan biaya yang ditimbulkan seminimal mungkin. Disamping itu harus diperhatikan pula bahwa penekanannya hanya dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang ada pada lintasan kritis. Apabila penekanan dilakukan pada kegiatan yang tidak berada di lintasan kritis, maka waktu penyelesaian keseluruhan tidak akan berkurang. Penekanan dilakukan lebih dahulu pada aktivitas-aktivitas yang mempunyai *cost slope* terendah pada lintasan kritis. Penjelasan yang lebih rinci mengenai prosedur mempersingkat waktu diuraikan sebagai berikut:

- a. Menghitung waktu penyelesaian proyek dan menentukan biaya normal pada masing-masing kegiatan.
- b. Menghitung *crash duration* di masing-masing kegiatan
- c. Menghitung *crash cost* di masing-masing kegiatan.
- d. Menentukan *cost slope* masing-masing komponen kegiatan.
- e. Mempersingkat durasi kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai *cost slope* terendah.
- f. Bila dalam proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, maka mempersingkat lagi durasi pada kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi *slope* biaya terendah .
- g. Meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai lintasan kritis sudah jenuh.
- h. Gambarkan dalam grafik hubungan biaya dan waktu dengan sumbu horisontal adalah durasi proyek dan sumbu vertikal adalah biaya proyek.
- i. Hitung biaya langsung dan tidak langsung proyek dan gambarkan pada grafik di atas.
- j. Jumlahkan biaya langsung dan biaya tak langsung untuk mencari biaya total sebelum kurun waktu yang diinginkan.
- k. Periksa pada grafik biaya total untuk mencapai waktu optimum yaitu kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya terendah (Soeharto, 1995).



**Gambar 2.5** Grafik Hubungan Waktu dan Biaya

Sumber: <http://manajemenproyekindonesia.com/wp-content/uploads/2012/04/Duration-vs-cost.png>

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Studi**

Lokasi proyek Ulubelu Unit 3 & 4 Geothermal Power Project berada didaerah Ulubelu, Tanggamus, Lampung

#### **3.2 Metode Pengumpulan Data**

Ada dua jenis data yang diperlukan untuk penelitian ini, yaitu:

##### **3.2.1 Data Primer**

Data yang hanya dapat diperoleh dari sumber asli atau pertama yaitu yang berasal dari Kontraktor Utama PT. xxx. Data primer ini berupa wawancara dengan pihak terkait dalam pelaksanaan proyek seperti penyebab keterlambatan dan alternatif percepatan yang mungkin dilaksanakan.

##### **3.2.2 Data Sekunder**

Yaitu data yang sudah tersedia sehingga hanya perlu dicari, dikumpulkan dan diolah yang diperoleh dari terkait. Data sekunder ini meliputi:

###### **3.2.2.1 RAB**

RAB diperlukan untuk melakukan pemampatan setelah menyusun diagram panah. RAB proyek berisi tentang volume, harga satuan dan harga tiap-tiap pekerjaan. Selain RAB Proyek diperlukan juga analisa harga satuan. Di dalam analisa harga satuan dapat dilihat jumlah bahan, jumlah tenaga kerja, harga bahan dan upah tenaga kerja untuk setiap pekerjaan. Berguna pula sebagai acuan biaya normal.

###### **3.2.2.2 Schedule Proyek**

Schedule proyek diperlukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek dan mengetahui jadwal masing-masing aktivitas pekerjaan di lapangan. Schedule proyek sangat membantu dalam menentukan durasi tiap-tiap



aktivitas dan waktu penyelesaiannya juga dapat dipakai sebagai acuan durasi normal proyek.

### **3.3 Metode Analisis**

#### **3.3.1 Penyusunan Network Diagram**

Penyusunan *network diagram* berdasarkan dari durasi tiap-tiap pekerjaan yang berasal dari kemampuan produksi dari peralatan maupun pekerja. Langkah dalam membuat network diagram adalah :

- a. Meguraikan setiap aktivitas, bila terdapat pengerjaannya yang bersamaan pada suatu aktivitas dengan aktivitas yang lainnya maka aktivitas itu dibagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan banyak waktu yang bersamaan tersebut.
- b. Menentukan kegiatan yang mendahului kegiatan yang lainnya.
- c. Menyusun durasi tiap-tiap pekerjaan sesuai data penjadwalan masing-masing pekerjaan.
- d. Menyusun CPM sesuai dengan urutan pekerjaanya.
- e. Menentukan lintasan kritis.

#### **3.3.2 Menganalisis Aktivitas Sisa Pekerjaan**

Analisa dilakukan pada aktivitas sisa pekerjaan yang mengalami keterlambatan, diketahui dari laporan progress proyek. Setelah itu didapatkannya waktu normal (*normal duration*) dari penyelesaian aktivitas sisa pekerjaan dan pekerjaan yang berada di lintasan kritis. Pekerjaan yang berada dalam lintasan kritis yang dipakai dalam menghitung percepatan waktu dan biaya.

#### **3.3.3 Penentuan Alternatif Percepatan**

Alternatif percepatan digunakan dalam mengatasi keterlambatan yang dialami disetiap pekerjaan yang ada. Alternatif percepatan ini berbeda-beda setiap pekerjaan karena menyesuaikan dengan masalah keterlambatan yang terjadi pada pekerjaan tersebut. Untuk menentukan alternatif percepatan ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi aktivitas yang mengalami keterlambatan dan penyebab keterlambatan dari setiap aktivitas

yang mengalami keterlambatan. Pengambilan data dilakukan dengan cara observasi dan wawancara dengan narasumber yaitu stakeholder dan pekerja dari proyek Ulubelu Unit 3&4 Geothermal Power Project.

### 3.3.4 Analisa Waktu dan Biaya Optimasi

Dalam melakukan sebuah percepatan terhadap durasi penyelesaian proyek perlu dilakukannya penekanan waktu aktivitas, diusahakan agar biaya yang ditimbulkan seminimal mungkin dan dilain sisi harus diperhatikan pula bahwa penekanan waktu aktivitas tersebut dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berada pada lintasan kritis dan mempunyai *cost slope* terendah pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis tersebut. Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan percepatan ini sebagai berikut:

1. Menyusun aktivitas yang ada pada pekerjaan proyek tersebut, mencari lintasan kritis dari setiap aktivitas-aktivitas yang ada dan mencari aktivitas apa saja yang mengalami keterlambatan
2. Mengidentifikasi aktivitas yang mengalami keterlambatan dan penyebab keterlambatan untuk menentukan alternatif percepatan yang akan digunakan
3. Menentukan alternatif percepatan yang akan digunakan dalam melakukan percepatan penyelesaian kegiatan konstruksi.
4. Menentukan *normal cost* untuk semua kegiatan. *Normal cost* yang digunakan pada perhitungan *crash cost* adalah *normal cost* upah/jam yang didapatkan dari upah/hari dibagi dengan lamanya waktu bekerja.
5. Menentukan *crash duration* dan *crash cost* dari kegiatan. Setelah itu diperoleh produktivitas crashing. Produktivitas crashing berbeda-beda sesuai dengan alternatif percepatan yang digunakan. Produktivitas crashing digunakan dalam perhitungan *crash duration* yaitu dengan membagi volume pekerjaan dengan produktivitas crashing yang didapatkan.

*Crash cost* diperoleh dari harga satuan alternatif percepatannya dikalikan dengan produktifitas crashing.

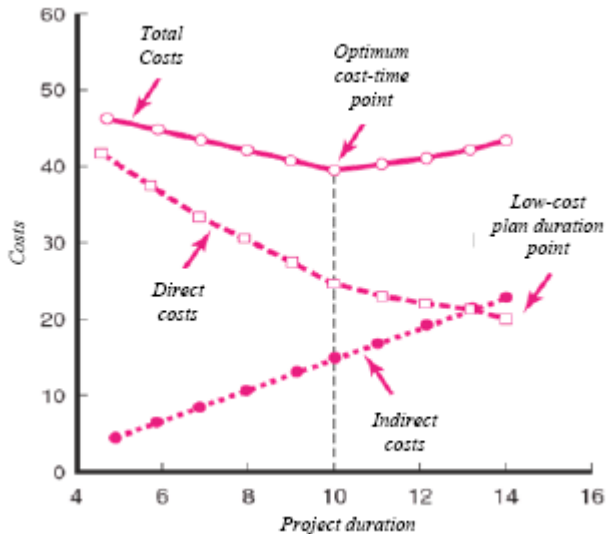
6. Menghitung *cost slope* dari masing-masing aktivitas dan pilih aktivitas yang berada pada lintasan kritis yang mempunyai nilai *cost slope* terendah. *Cost Slope* didapatkan dengan rumus :

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Normal time} - \text{Crash time}}$$

7. Melakukan kompresi pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis yang mempunyai nilai *cost slope* terendah.
8. Melakukan kembali penyusunan aktivitas setiap pekerjaan dengan durasi setelah dilakukan kompresi. Kemudian kompresi kembali pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis dengan *cost slope* terendah. Kompresi terus dilakukan sampai salah satu lintasan kritis mempunyai aktivitas-aktivitas yang telah jenuh seluruhnya sehingga hal tersebut sudah mengalami keadaan optimum dalam pengendalian biaya.

### 3.3.5 Mengevaluasi Hasil Analisa TCTO

Setelah dilakukan analisa TCTO maka didapatkan hasil berupa waktu penyelesaian proyek yang baru dan biaya yang dibutuhkan yang baru. Dari sekian banyak waktu penyelesaian proyek dan biaya yang dibutuhkan dari hasil terbaru maka dipilihlah hasil yang paling optimum dengan waktu tercepat dan biaya minimum. Pemilihan hasil optimum digunakan grafik hubungan antara waktu dan biaya.

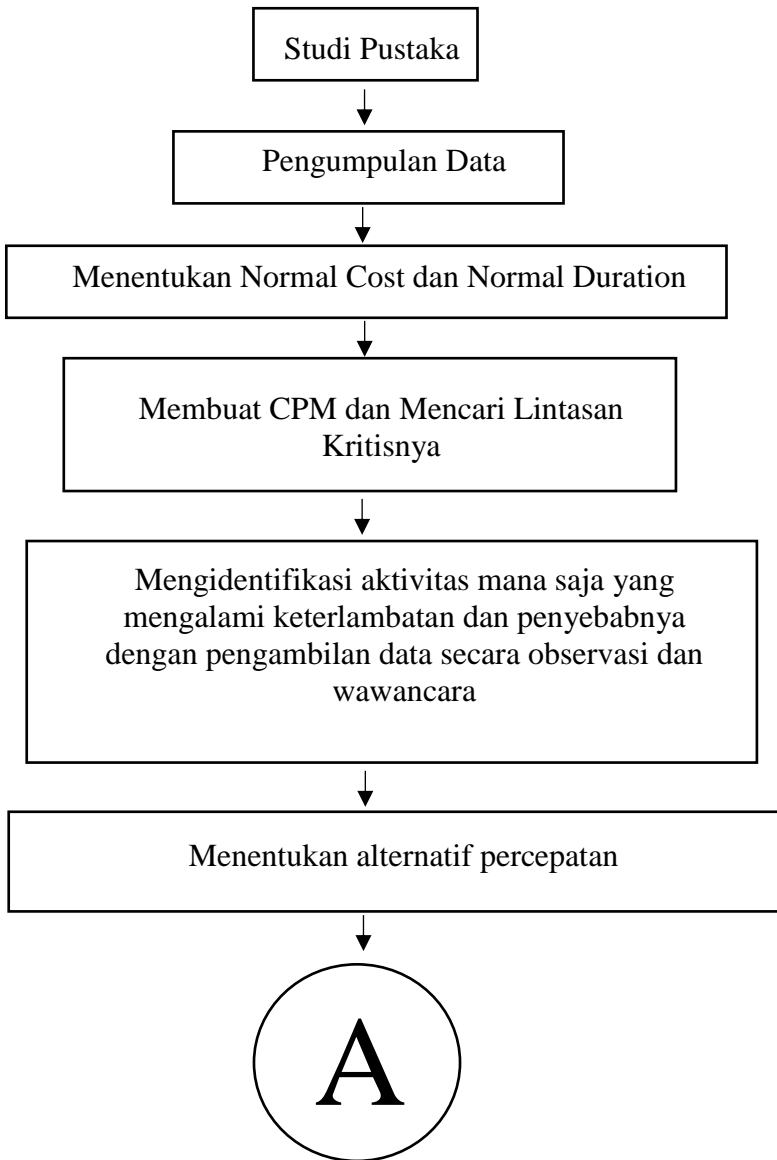


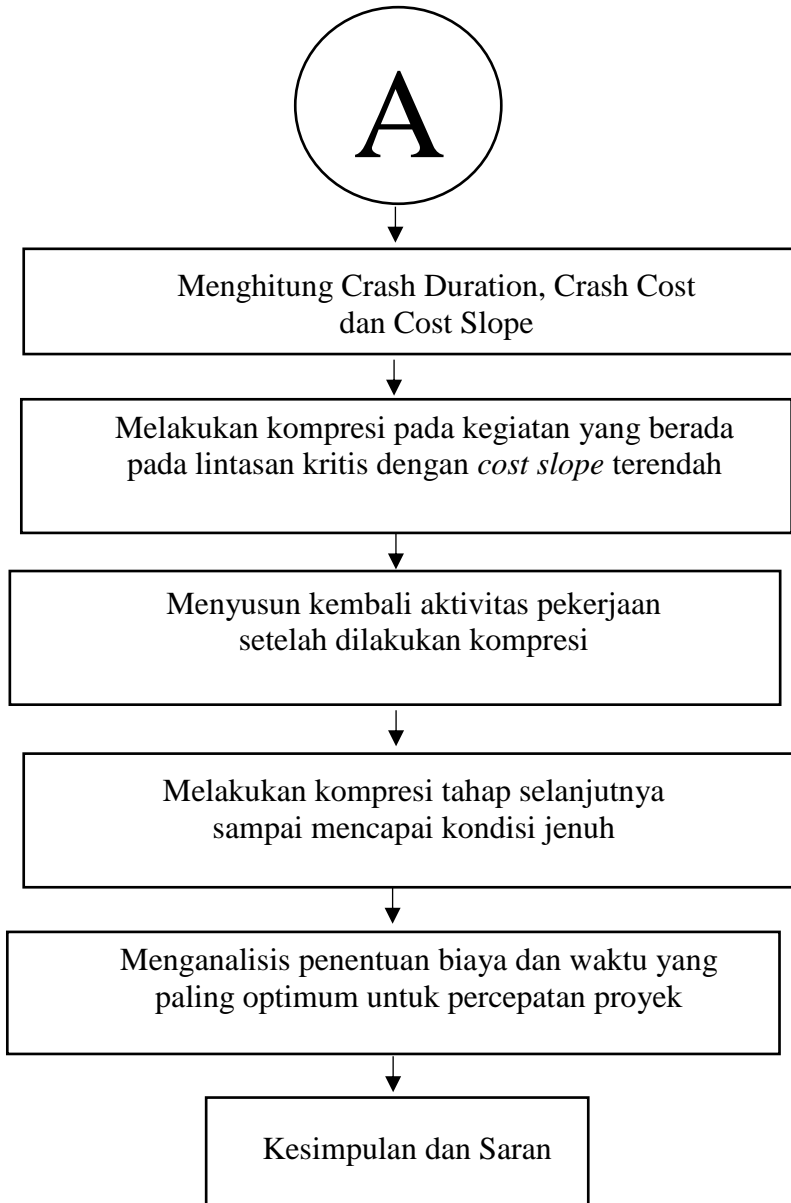
### 3.3.6 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisa yang diperoleh maka dapat diambil kesimpulan dan saran yang dapat digunakan bagi pelaksanaan proyek dalam hal waktu dan biaya yang sebaiknya dapat digunakan.

### 3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini secara berurutan. Langkah-langkahnya adalah





Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB IV**

### **ANALISA TIME COST TRADE OFF**

#### **4.1 Gambaran Umum Proyek**

Pembangunan proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Ulubelu Unit 3&4 Lampung ini adalah pembangunan proyek kedua yang sebelumnya terdapat Ulubelu Unit 1&2 yang sudah berfungsi. Lokasi proyek ini berada di desa Ulubelu, Kecamatan Tanggamus, Lampung. Pembangkit ini nantinya akan digunakan untuk memfasilitasi energi listrik bagi masyarakat daerah Lampung dan sekitarnya dengan daya yang dihasilkan 2x55 MW. Proyek ini dimulai pada tanggal 8 Agustus 2014 dan berakhir pada 6 Juni 2018. Jangka waktu penyelesaian proyek ini adalah 23 bulan untuk unit 3 dan 33 bulan untuk unit 4.

Selama proses pelaksanaan proyek ini terjadi beberapa hambatan yang akhirnya membuat proyek ini menjadi terlambat dari jadwal yang sudah direncanakan. Berdasarkan laporan progress bulanan yang dikeluarkan oleh pihak kontraktor bahwa pekerjaan konstruksi pada unit 3 terutama hingga bulan November 2015 seharusnya mencapai 51.63% akan tetapi secara aktual pekerjaan yang sudah dilakukan hingga bulan November 2015 baru mencapai 42.55%. Hal ini menunjukkan bahwa konstruksi proyek mengalami keterlambatan 9.08% pada pekerjaan unit 3. Maka dari itu pihak kontraktor utama meminta kepada pihak subkontraktor untuk melakukan percepatan akibat keterlambatan pada unit 3 dengan mempercepat pada pekerjaan unit 4.

Keterlambatan 9.08% tersebut diantaranya disebabkan oleh kondisi cuaca, kecelakaan kerja dan gambar proyek yang sulit yang pada akhirnya membuat proses fiksasi gambar tersebut memakan waktu.

Dalam tugas akhir ini pekerjaan konstruksi yang diamati adalah Cooling Tower Unit 4 yang dimana Cooling Tower Unit 4 ini merupakan salah satu pekerjaan yang ada di unit 4. Karena jumlah volume yang besar dan jangka waktu yang lama maka



Cooling Tower Unit 4 ini dipilih oleh pihak kontraktor utama untuk dilakukan percepatan.

Adapun gambaran umum dari proyek pembangkit listrik tenaga panas bumi Ulubelu Unit 3&4, Lampung ini adalah sebagai berikut :

Pemilik Proyek	: PT. Pertamina Geothermal Energy
Alamat Proyek	: Ulubelu, Tanggamus, Lampung
Nilai kontrak	: IDR 1,256,786,748,301

Pekerjaan yang akan dilakukan percepatan adalah pekerjaan Cooling Tower Unit 4. Pada pembangunannya Cooling Tower Unit 4 ini dibagi mejadi 6 bagian yaitu Cell 1 hingga Cell 6 dan pembagian setiap bagiannya sama. Pada pembangunan Cooling Tower Unit 4 ini terdapat item-item pekerjaan yang meliputi pekerjaan kolom +5600, dinding (wall) +5600, balok (beam) +6500, kolom +6500 - +9800, dinding (wall) +6500 - +9800, dinding kantilever (wall cantilever), balok (beam) +10600, kolom +10600 - +12000, dinding (wall) +10600 - +12000, balok (beam) +12800, slab +12800 dan coating. Pekerjaan ini berulang untuk setiap bagiannya.

## 4.2 Data Umum

Data-data yang diperlukan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Gambar perencanaan proyek
2. Jadwal proyek  
Jadwal proyek merupakan penjadwalan yang menunjukan waktu keseluruhan penyelesaian proyek dan detail dari durasi tiap aktivitas pekerjaan.
3. Rincian anggaran biaya yang berisi harga satuan volume pekerjaan yang nantinya dapat diolah untuk menemukan total biaya
4. Material Take Off merupakan rincian yang berisi volume detail setiap pekerjaan.

### 4.3 Asumsi dan Batasan

Asumsi dan batasan untuk pekerjaan ini meliputi:

1. Keadaan normal jam kerja yang digunakan adalah 8 jam per hari
2. Dalam 1 minggu bekerja selama 6 hari
3. Data analisa waktu diperoleh dari data jadwal proyek
4. Waktu pelaksanaan pada proyek ini yang dihitung hanya pada pekerjaan sipil saja yaitu pekerjaan struktur.
5. Dalam perhitungan ini tidak memperhitungkan pengaruh terhadap penjadwalan keseluruhan proyek.
6. Analisa percepatan pada Cooling Tower Unit 4 ini tidak memperhitungkan pengaruh terhadap keseluruhan penjadwalan proyek.

### 4.4 Menyusun Precedence Diagram

#### 4.4.1 Identifikasi Pekerjaan

Identifikasi pekerjaan ini dilakukan untuk mengetahui pekerjaan yang belum dilaksanakan dan hanya sampai pekerjaan struktur (*civil work*) selesai, yaitu sampai pekerjaan coating. Identifikasi ini ditinjau dari waktu disaat kontraktor utama meminta dilakukannya percepatan yaitu Desember 2015. Detail pekerjaan dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Detail Pekerjaan per Cell

No	Pekerjaan	Durasi
1	Cell 6	160 days
2	Precast Half Slab Elv + 12800	11 days
3	Fabrikasi Formwork	7 days
4	Fabrikasi Rebar	4 days
5	Install Rebar Precast Half Slab	3 days
6	Pouring Concrete Precast Half Slab	3 days
7	Precast Beam PBX1 ( 100x300)	25 days
8	Fabrikasi Molding	7 days
9	Fabrikasi Rebar	7 days
10	Install Rebar	7 days
11	Pouring Concrete Precast Beam PBX1	7 days

Lanjutan Tabel 4.1 Detail Pekerjaan

12	<b>Kolom CC1 ( To Elv + 5600 ) - 9 nos</b>	6 days
13	Install Scaffolding BS 1139	3 days
14	Install Formwork Kolom	2 days
15	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	1 day
16	Pouring Concrete Kolom	1 day
17	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day
18	<b>Wall W2 ( To Elv +5600 )</b>	9 days
19	Install Scaffolding BS 1139	1 day
20	Install Rebar Wall W2	4 days
21	Install Formwork Wall	4 days
22	Pouring Concrete Wall	1 day
23	Pembongkaran Formwork Wall	2 days
24	<b>Beam Elv + 6500</b>	22 days
25	Install A frame	4 days
26	Install formwork bawah	9 days
27	Install Rebar Beam Insitu	9 days
28	Install formwork samping Beam insitu	9 days
29	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 6500	2 days
30	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +6500	3 days
31	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	2 days
32	<b>Kolom CC1 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	8 days
33	Install Scaffolding BS 1139	2 days
34	Install Formwork Kolom	4 days
35	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	4 days
36	Pouring Concrete Kolom	1 day
37	Pembongkaran formwork kolom	1 day
38	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day
39	<b>Wall W2 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	13 days
40	Install Scaffolding BS 1139 ( untuk Wall )	3 days
41	Install Rebar Wall W2	3 days
42	Install Formwork Wall	3 days
43	Pouring Concrete Wall	1 day
44	Pembongkaran Formwork Wall	1 day

Lanjutan Tabel 4.1 Detail Pekerjaan

45	<b>Wall Cantilever ( Hanya Area Selatan )</b>	40 days
46	Install Scaffolding A frame	5 days
47	Install formwork bawah	10 days
48	Install Rebar Beam & Slab Elv +8900	10 days
49	Pouring concrete beam & Slab Elv +8900	1 day
50	Install Rebar Horizontal wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	6 days
51	Install Formwork wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	4 days
52	Pouring Concrete Wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	1 day
53	Bongkar formwork Wall	2 days
54	Install Suport formwork Slab Elv +11100	4 days
55	Instal Rebar slab +11100	3 days
56	Pouring Concrete slab +11100	1 day
57	<b>Beam Elv + 10600</b>	23 days
58	Install A frame	6 days
59	Install formwork bawah	9 days
60	Install Rebar Beam Insitu	9 days
61	Install formwork samping Beam insitu	9 days
62	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 10600	1 day
63	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +10600	2 days
64	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	1 day
65	<b>Kolom CC1 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	8 days
66	Install Scaffolding BS 1139	2 days
67	Install Formwork Kolom	3 days
68	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	3 days
69	Pouring Concrete Kolom	1 day
70	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day
71	<b>Wall W2 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	13 days
72	Install Scaffolding BS 1139	3 days
73	Install Rebar Wall W2	8 days
74	Install Formwork Wall	8 days
75	Pouring Concrete Wall	1 day
76	Pembongkaran Formwork Wall	1 day

Lanjutan Tabel 4.1 Detail Pekerjaan

77	<b>Beam Elv + 12800</b>	20 days
78	Install A frame	4 days
79	Install formwork bawah	9 days
80	Install Rebar Beam Insitu	9 days
81	Install formwork samping Beam insitu	9 days
82	Pouring Concrete Beam Insitu Elv +12800	1 day
83	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +12800	1 day
84	Install Precast Half Slab	2 days
85	<b>Slab Elv +12800</b>	10 days
86	Install Precast Half Slab	2 days
87	Install Formwork	5 days
88	Instal Rebar Slab	3 days
89	Pouring Concrete Slab	1 day
90	<b>Chemical Coating</b>	21 days
91	Coating Area Basin	14 days
92	Coating Area Structure	21 days

#### 4.4.2 Hubungan Antar Aktivitas

Setelah aktivitas sisa proyek didapatkan, maka langkah selanjutnya menentukan hubungan keterkaitan antar aktivitas keterkaitan antar aktivitas (*predecessor* dan *successor*) berdasarkan urutan pekerjaan dilapangan dan berdasarkan jadwal proyek yang telah ditetapkan. Hubungan antar aktivitas ini disesuaikan dengan kapan aktivitas ini harus dimulai dan kapan harus selesai. Hubungan antar aktivitas diperoleh dari jadwal yang terdapat dilapangan, yang kemudian dijabarkan menjadi sub-sub pekerjaan. Dalam penentuan hubungan antar aktivitas sudah dikonsultasikan dengan pelaksana dilapangan sehingga hubungan antar aktivitasnya menjadi lebih sesuai dengan kenyataan dilapangan. Hubungan keterkaitan antar aktivitas dapat dilihat pada lampiran tabel hubungan antar aktivitas.

#### 4.4.3 Menentukan Aktivitas Kritis

Setelah menemukan hubungan antar aktivitas selanjutnya adalah menentukan aktivitas apa saja yang masuk kedalam lintasan kritis dari pekerjaan tersebut. Untuk menentukan lintasan kritis dapat dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Project*. Program ini dapat membantu dalam menyusun jaringan kerja walaupun dengan jumlah item pekerjaan yang banyak. Dari hasil penjadwalan yang dilakukan dengan *Microsoft Project* maka akan dapat diketahui daftar-daftar kegiatan yang masuk ke dalam kegiatan kritis. Daftar kegiatan-kegiatan kritis ini dapat dilihat pada tabel 4.2 seperti dibawah ini.

Tabel 4.2 Daftar Kegiatan-kegiatan kritis pekerjaan

KODE	JENIS PEKERJAAN	DURASI
A	Precast Half Slab	11
B	Precast Beam	25
C	Kolom +5600	6
D	Wall W2 +5600	9
E	Beam +6500	22
F	Kolom +6500-+9800	7
G	Wall W2 +6500-+9800	14
H	Wall Cantilever	40
I	Beam +10600	23
J	Kolom +10600-+12000	8
K	Wall W2 +10600-+12000	13
L	Beam +12800	19
M	Slab +12800	8
N	Coating	21

Sumber : Pengolahan data

Tabel 4.2 diatas menggambarkan pekerjaan yang akan dipercepat berdasarkan tabel tersebut kegiatan-kegiatan kritis adalah pekerjaan dengan kode kegiatan A, C, D, E, I, J, K, L, M, N. Alasan item-item pekerjaan yang ada pada jalur kritis adalah :

1. Kegiatan kritis terpilih karena memungkinkan untuk bisa dipercepat tanpa mengganggu atau merubah alur dari network planning.
2. Pada kegiatan kritis yang lain jika dipercepat maka dapat merubah jalur kritis dan mempengaruhi jumlah total dari durasi perencanaan.

#### 4.5 Menentukan Normal Duration

Analisa waktu pelaksanaan ini berdasarkan data yang didapatkan dilapangan. Pada Tugas Akhir ini *normal duration* didapatkan berdasarkan penjadwalan rencana dari pihak kontraktor yang melaksanakan pekerjaan pada Cooling Tower Unit 4 ini.

Diketahui untuk pekerjaan struktur (civil work) pada pembangunan Cooling Tower unit 4 ini adalah 209 hari dengan durasi pekerjaan setiap cell nya adalah 160 hari. Untuk durasi dari setiap pekerjaannya dapat dilihat pada lampiran normal duration. Adapun rincian *normal duration* dapat dilihat dalam tabel 4.3.1 dan 4.3.2.

Tabel 4.3.1 Penjadwalan Normal Duration Per Cell

No	Pekerjaan	Durasi	Start	Finish	Predecessors
1	Cell 6	160 days	Tue 01/12/15	Fri 03/06/16	
2	Precast Half Slab Elv + 12800	11 days	Tue 01/12/15	Sat 12/12/15	
3	Fabrikasi Formwork	7 days	Tue 01/12/15	Tue 08/12/15	
4	Fabrikasi Rebar	4 days	Sat 05/12/15	Wed 09/12/15	3FS-3 days
5	Install Rebar Precast Half Slab	3 days	Tue 08/12/15	Thu 10/12/15	4FS-2 days
6	Pouring Concrete Precast Half Slab	3 days	Thu 10/12/15	Sat 12/12/15	5FS-1 day
7	Precast Beam PBX1 ( 100x300)	25 days	Thu 14/01/16	Thu 11/02/16	
8	Fabrikasi Molding	7 days	Thu 14/01/16	Thu 21/01/16	6FS+27 days
9	Fabrikasi Rebar	7 days	Fri 22/01/16	Fri 29/01/16	8
10	Install Rebar	7 days	Sat 30/01/16	Sat 06/02/16	9
11	Pouring Concrete Precast Beam PBX1	7 days	Thu 04/02/16	Thu 11/02/16	10FS-3 days
12	Kolom CC1 ( To Elv + 5600 ) - 9 nos	6 days	Sat 02/01/16	Fri 08/01/16	
13	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Sat 02/01/16	Tue 05/01/16	6FS+17 days
14	Install Formwork Kolom	2 days	Mon 04/01/16	Tue 05/01/16	13FS-2 days
15	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	1 day	Wed 06/01/16	Wed 06/01/16	14
16	Pouring Concrete Kolom	1 day	Thu 07/01/16	Thu 07/01/16	15
17	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Fri 08/01/16	Fri 08/01/16	16

Lanjutan Tabel 4.3.1 Penjadwalan Normal Duration Per Cell

18	<b>Wall W2 ( To Elv +5600 )</b>	9 days	Sat 09/01/16	Tue 19/01/16	
19	Install Scaffolding BS 1139	1 day	Sat 09/01/16	Sat 09/01/16	17
20	Install Rebar Wall W2	4 days	Sat 09/01/16	Wed 13/01/16	19FS-1 day
21	Install Formwork Wall	4 days	Tue 12/01/16	Fri 15/01/16	20FS-2 days
22	Pouring Concrete Wall	1 day	Sat 16/01/16	Sat 16/01/16	21
23	Pembongkaran Formwork Wall	2 days	Mon 18/01/16	Tue 19/01/16	22
24	<b>Beam Elv + 6500</b>	22 days	Wed 20/01/16	Sat 13/02/16	
25	Install A frame	4 days	Wed 20/01/16	Sat 23/01/16	23
26	Install formwork bawah	9 days	Thu 21/01/16	Sat 30/01/16	25FS-3 days
27	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Thu 28/01/16	Sat 06/02/16	26FS-3 days
28	Install formwork sampling Beam insitu	9 days	Fri 29/01/16	Mon 08/02/16	27SS+1 day
29	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 6500	2 days	Tue 09/02/16	Wed 10/02/16	28
30	Pembongkaran formwork sampling Beam Elv +6500	3 days	Thu 11/02/16	Sat 13/02/16	29
31	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	2 days	Fri 12/02/16	Sat 13/02/16	30FS-2 days
32	<b>Kolom CC1 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	8 days	Mon 15/02/16	Tue 23/02/16	
33	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Mon 15/02/16	Tue 16/02/16	31
34	Install Formwork Kolom	4 days	Tue 16/02/16	Fri 19/02/16	33FS-1 day
35	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	4 days	Tue 16/02/16	Fri 19/02/16	34SS
36	Pouring Concrete Kolom	1 day	Sat 20/02/16	Sat 20/02/16	35
37	Pembongkaran formwork kolom	1 day	Mon 22/02/16	Mon 22/02/16	36
38	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Tue 23/02/16	Tue 23/02/16	37
39	<b>Wall W2 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	13 days	Wed 24/02/16	Wed 09/03/16	
40	Install Scaffolding BS 1139 ( untuk Wall )	3 days	Wed 24/02/16	Fri 26/02/16	38
41	Install Rebar Wall W2	3 days	Sat 27/02/16	Tue 01/03/16	40
42	Install Formwork Wall	3 days	Fri 04/03/16	Mon 07/03/16	41FS+2 days
43	Pouring Concrete Wall	1 day	Tue 08/03/16	Tue 08/03/16	42
44	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Wed 09/03/16	Wed 09/03/16	43
45	<b>Wall Cantilever ( Hanya Area Selatan )</b>	40 days	Wed 24/02/16	Sat 09/04/16	
46	Install Scaffolding A frame	5 days	Wed 24/02/16	Mon 29/02/16	38
47	Install formwork bawah	10 days	Tue 01/03/16	Fri 11/03/16	46
48	Install Rebar Beam & Slab Elv +8900	10 days	Mon 07/03/16	Thu 17/03/16	47FS-5 days
49	Pouring concrete beam & Slab Elv +8900	1 day	Fri 18/03/16	Fri 18/03/16	48
50	Install Rebar Horizontal wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	6 days	Sat 19/03/16	Fri 25/03/16	49
51	Install Formwork wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	4 days	Sat 26/03/16	Wed 30/03/16	50
52	Pouring Concrete Wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	1 day	Thu 31/03/16	Thu 31/03/16	51
53	Bongkar formwork Wall	2 days	Fri 01/04/16	Sat 02/04/16	52
54	Install Suport formwork Slab Elv +11100	4 days	Mon 04/04/16	Thu 07/04/16	53
55	Instal Rebar slab +11100	3 days	Wed 06/04/16	Fri 08/04/16	54FS-2 days
56	Pouring Concrete slab +11100	1 day	Sat 09/04/16	Sat 09/04/16	55
57	<b>Beam Elv + 10600</b>	23 days	Mon 15/02/16	Fri 11/03/16	
58	Install A frame	6 days	Mon 15/02/16	Sat 20/02/16	31
59	Install formwork bawah	9 days	Sat 20/02/16	Tue 01/03/16	58FS-1 day
60	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Thu 25/02/16	Sat 05/03/16	59FS-5 days
61	Install formwork sampling Beam insitu	9 days	Fri 26/02/16	Mon 07/03/16	60SS+1 day
62	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 10600	1 day	Tue 08/03/16	Tue 08/03/16	61
63	Pembongkaran formwork sampling Beam Elv +10600	2 days	Wed 09/03/16	Thu 10/03/16	62
64	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	1 day	Fri 11/03/16	Fri 11/03/16	63
65	<b>Kolom CC1 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	8 days	Sat 12/03/16	Mon 21/03/16	
66	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Sat 12/03/16	Mon 14/03/16	64
67	Install Formwork Kolom	3 days	Tue 15/03/16	Thu 17/03/16	66
68	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	3 days	Wed 16/03/16	Fri 18/03/16	67FS-2 days
69	Pouring Concrete Kolom	1 day	Sat 19/03/16	Sat 19/03/16	68
70	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Mon 21/03/16	Mon 21/03/16	69
71	<b>Wall W2 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	13 days	Tue 22/03/16	Tue 05/04/16	
72	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Tue 22/03/16	Thu 24/03/16	70
73	Install Rebar Wall W2	8 days	Tue 22/03/16	Wed 30/03/16	72FS-3 days



Lanjutan Tabel 4.3.1 Penjadwalan Normal Duration Per Cell

74	Install Formwork Wall	8 days	Fri 25/03/16	Sat 02/04/16	73FS-5 days
75	Pouring Concrete Wall	1 day	Mon 04/04/16	Mon 04/04/16	74
76	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Tue 05/04/16	Tue 05/04/16	75
77	<b>Beam Elv + 12800</b>	20 days	Wed 06/04/16	Thu 28/04/16	
78	Install A frame	4 days	Wed 06/04/16	Sat 09/04/16	76
79	Install formwork bawah	9 days	Wed 06/04/16	Fri 15/04/16	78FS-4 days
80	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Fri 08/04/16	Mon 18/04/16	79SS+2 days
81	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Thu 14/04/16	Sat 23/04/16	80FS-4 days
82	Pouring Concrete Beam Insitu Elv +12800	1 day	Mon 25/04/16	Mon 25/04/16	81
83	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +12800	1 day	Tue 26/04/16	Tue 26/04/16	82
84	Install Precast Half Slab	2 days	Wed 27/04/16	Thu 28/04/16	83
85	<b>Slab Elv +12800</b>	10 days	Fri 29/04/16	Tue 10/05/16	
86	Install Precast Half Slab	2 days	Fri 29/04/16	Sat 30/04/16	84
87	Install Formwork	5 days	Mon 02/05/16	Fri 06/05/16	86
88	Instal Rebar Slab	3 days	Fri 06/05/16	Mon 09/05/16	87FS-1 day
89	Pouring Concrete Slab	1 day	Tue 10/05/16	Tue 10/05/16	88
90	<b>Chemical Coating</b>	21 days	Wed 11/05/16	Fri 03/06/16	
91	Coating Area Basin	14 days	Wed 11/05/16	Thu 26/05/16	89
92	Coating Area Structure	21 days	Wed 11/05/16	Fri 03/06/16	91FS-14 days

Sumber : Pengolahan data

Tabel 4.3.2 Penjadwalan Normal Duration Cooling Tower Unit

NO	TASK NAME	DURATION	START	FINISH
1	Cell 6	160	01/12/2015	03/06/2016
2	Cell 5	160	11/12/2016	14/06/2016
3	Cell 4	160	21/12/2016	23/06/2016
4	Cell 3	160	04/01/2016	07/07/2016
5	Cell 1	160	14/01/2016	18/07/2016
6	Cell 2	160	27/01/2016	30/07/2016

Berdasarkan tabel 4.3.1 dilihat dari tanggal mulai pelaksanaan pekerjaan hingga tanggal selesai pekerjaan yaitu 1/12/2015 – 03/06/2016 maka didapatkan durasinya adalah 160 hari masa kerja dengan lama kerja selama seminggu adalah 6 hari dan berdasarkan tabel 4.3.2 dilihat dari tanggal mulai pekerjaan hingga tanggal selesai pekerjaan yaitu 1/12/2015 – 30/07/2016 maka didapatkan durasinya adalah 209 hari masa kerja dengan lama kerja selama seminggu adalah 6 hari.

#### 4.6 Menentukan Normal Cost

Biaya proyek dapat dibedakan menjadi dua, yaitu: *normal cost* dan *crash cost*. *Normal cost* merupakan biaya total dari masing-masing aktivitas.

Perhitungan *normal cost* dalam Tugas Akhir ini berdasarkan dari perhitungan harga satuan dan volume setiap pekerjaan yang ada. Detail perhitungan *normal cost* ini terdapat pada lampiran III (Biaya Normal Cooling Tower Unit 4). Harga satuan pada perhitungan ini didapatkan dari pihak kontraktor. Adapun rincian *normal cost* dapat dilihat dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Daftar Normal Cost Pekerjaan

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA
1	Precast Half Slab	Rp235,290,870.37
2	Precast Beam	Rp185,173,078.33
3	Kolom +5600	Rp131,335,028.53
4	Wall W2 +5600	Rp182,592,297.01
5	Beam +6500	Rp521,849,917.97
6	Kolom +6500-+9800	Rp102,587,311.32
7	Wall W2 +6500-+9800	Rp227,801,353.59
8	Wall Cantilever	Rp97,150,942.41
9	Beam +10600	Rp474,554,924.73
10	Kolom +10600-+12000	Rp67,333,741.96
11	Wall W2 +10600-+12000	Rp99,815,374.10
12	Beam +12800	Rp264,448,926.72
13	Slab +12800	Rp144,121,585.55
14	Coating	Rp733,039,855.16
	Total	Rp3,467,095,207.75

Sumber : Pengolahan data

Perhitungan *normal cost* ini berdasarkan data satuan volume yang diberikan oleh pihak kontraktor dan biaya ini diambil hanya dari pekerjaan bekisting dan pembesian dari setiap pekerjaan. Total biaya dari pembangunan Cooling Tower Unit 4 adalah Rp3.467.095.207,75 untuk per cell nya. Maka untuk keseluruhan Cooling Tower Unit 4 adalah Rp20.802.571.246,49.

## 4.7 Analisa Time Cost Trade Off

### 4.7.1 Perhitungan Produktivitas Harian Normal

Sebelum melakukan analisa *Time Cost Trade Off* perlunya untuk menghitung produktivitas harian normal dari setiap kegiatan. Produktivitas harian normal ini nantinya akan digunakan dalam perhitungan produktivitas setelah dilakukannya crashing sebelum menentukan durasi crashing yang terjadi.

Produktivitas didapatkan dari pembagian antara volume dan durasi dari setiap pekerjaan. Rumusnya seperti dibawah ini:

$$\text{Produktivitas Normal} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi}}$$

Contoh perhitungan produktivitas salah satu aktivitas pada pekerjaan bekisting kolom +5600 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume bekisting kolom +5600} &= 74.12 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi bekisting kolom +5600} &= 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas Normal} = \frac{74.12 \text{ m}^3}{2 \text{ hari}} = 37.06 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Detail produktivitas dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Detail Produktivitas Normal

No	Uraian Kegiatan	Sub Kegiatan	Durasi	Volume	Satuan	Produktivitas Normal	Satuan
1	Precast Half Slab	Bekisitng	7	180.1333333	m3	25.73333333	m3/hari
		Rebar	7	3733.806667	Kg	533.4009524	kg/hari
2	Precast Beam	Bekisitng	7	331.8266667	m3	47.40380952	m3/hari
		Rebar	14	2448.986667	Kg	174.927619	kg/hari
3	Kolom +5600	Bekisitng	2	74.12	m3	37.06	m3/hari
		Rebar	1	6113.333333	Kg	6113.333333	kg/hari
4	Wall +5600	Bekisitng	4	219.3316667	m3	54.83291667	m3/hari
		Rebar	4	5108.039039	Kg	1277.00976	kg/hari
5	Beam +6500	Bekisitng	18	604.4083333	m3	33.57824074	m3/hari
		Rebar	9	14646.52833	Kg	1627.392037	kg/hari
6	Kolom +6500 - +9800	Bekisitng	4	43.68	m3	10.92	m3/hari
		Rebar	4	5461.666667	Kg	1365.416667	kg/hari
7	Wall +6500 - +9800	Bekisitng	3	321.035	m3	107.0116667	m3/hari
		Rebar	3	4564.630631	Kg	1521.543544	kg/hari
8	Wall Cantilever	Bekisitng	18	117.01	m3	6.500555556	m3/hari
		Rebar	19	2465.188333	Kg	129.7467544	kg/hari
9	Beam +10600	Bekisitng	18	598.3483333	m3	33.24157407	m3/hari
		Rebar	9	11875.74833	Kg	1319.527593	kg/hari
10	Kolom +10600 - +12000	Bekisitng	3	43.68	m3	14.56	m3/hari
		Rebar	3	2860	Kg	953.3333333	kg/hari
11	Wall +10600 - +12000	Bekisitng	8	130.42	m3	16.3025	m3/hari
		Rebar	8	2390.996997	Kg	298.8746246	kg/hari
12	Beam +12800	Bekisitng	18	215.7116667	m3	11.98398148	m3/hari
		Rebar	9	8291.666667	Kg	921.2962963	kg/hari
13	Slab +12800	Bekisitng	5	180.1333333	m3	36.02666667	m3/hari
		Rebar	3	1775.02	Kg	591.6733333	kg/hari

Sumber : Pengolahan Data

## 4.7.2 Alternatif Percepatan

Sebelum melakukan perhitungan durasi crash dan biaya crash terlebih dahulu dilakukan rencana *crashing* atau scenario percepatan terutama pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.

Rencana *crashing* atau scenario percepatan dilakukan berdasarkan kebutuhan sumber daya pada tiap-tiap pekerjaan yang durasinya dapat dipercepat. Tetapi dapat juga berdasarkan lama durasi dan besarnya volume pekerjaannya. Pada Tugas Akhir ini percepatan dilakukan hanya pada pekerjaan bekisting dan pembesian saja dan scenario percepatan yang dilakukan pada pembangunan Cooling Tower Unit 4 didapatkan berdasarkan wawancara dan observasi langsung kepada pihak pelaksana pekerjaan.

Pada percepatan ini dicari yang paling optimum pada segi biaya dan waktu oleh karena itu perlu dikombinasikan antara mempercepat dari sisi sumber daya manusia dan alat bantu yang digunakan dilapangan. Mempercepat dari sisi sumberdaya manusia dapat dilakukan dengan penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja. Sedangkan dari sisi peralatan kita dapat menambah jam kerja alat.

Percepatan yang dilakukan ini sebaiknya pada lintasan kritis sehingga dapat mengurangi durasi total proyek. Adapun asumsi-asumsi yang digunakan untuk menyederhanakan proses percepatan adalah:

a Alternatif 1 : Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Pemilihan alternatif lembur ini tidak hanya lembur bagi pekerja saja tetapi alat pun termasuk dalam penambahan jam lembur. Penggunaan jam lembur ini digunakan pada aktivitas pekerjaan bekisting dan pembesian. Pada awalnya jam kerja 8 jam ditambah 5 jam menjadi 13 jam mulai dari jam 07.00-21.00.

Dengan alternatif ini diharapkan setiap pekerjaan bisa selesai lebih cepat dari durasi rencana sedangkan produktifitasnya dianggap produktif 60% dari jam normal.

b Alternatif 2 : Penambahan Tenaga Kerja

Pemilihan alternatif penambahan tenaga kerja ini digunakan pada aktivitas pekerjaan bekisting dan pembesian karena melihat volume pekerjaan yang besar

dan durasi yang panjang. Penambahan tenaga kerja rata-rata dengan menambahkan 1 grup pada pekerjaan bekisting dan pembesian pada masing-masing aktivitas. Diharapkan dengan ditambahkannya tenaga kerja maka produktifitas yang terjadi lebih cepat dan membuat pekerjaan lebih cepat selesai.

#### 4.7.3 Perhitungan Produktivitas Setelah Percepatan

Dari alternatif percepatan yang sudah ada dapat dihitung produktivitas harian setelah percepatan dengan menambahkan produktivitas harian normal dengan produktivitas harian dari hasil percepatan. Produktivitas harian setelah percepatan ini dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk dapat menyelesaikan suatu aktivitas dengan volume tertentu tiap harinya setelah adanya alternatif percepatan.

Perhitungan produktivitas setelah *crashing* dibedakan sesuai dengan scenario percepatan yang digunakan. Detail perhitungan produktivitas setelah percepatan terdapat pada lampiran IV (Produktivitas Setelah Percepatan).

1. Percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur).

$$\begin{aligned}
 & \text{Produktivitas Setelah Percepatan} \\
 &= \text{Produktivitas Harian Normal} \\
 &+ ( \text{Produktivitas Perjam Normal} \\
 &\times \text{Efisiensi} \times \text{Penambahan Jam Lembur} )
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan untuk alternatif percepatan:

- Pekerjaan bekisting pada pekerjaan kolom +5600
 

Produktivitas harian normal	= 37.06 m <sup>3</sup> /hari
Produktivitas perjam normal	= 4.6325 m <sup>3</sup> /jam
Efisiensi	= 60%
Penambahan jam kerja	= 5 jam

$$\begin{aligned}
 & \text{Produktivitas Percepatan} \\
 &= 37.06 + (4.6325 \times 60\% \times 5) \\
 &= 50.9575 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

## 2. Percepatan dengan penambahan tenaga kerja

$$\begin{aligned}
 & \text{Produktivitas Setelah Percepatan} \\
 &= \text{Produktivitas Harian Normal} \\
 &+ \left( \frac{\text{Produktivitas harian normal} \times \text{jumlah grup crashing}}{\text{Jumlah grup normal}} \right)
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan untuk alternatif percepatan:

- Pekerjaan bekisting pada pekerjaan kolom +5600
 

Produktivitas harian normal	= 37.06 m <sup>3</sup> /hari
Jumlah grup normal	= 3 regu
Jumlah grup tambahan	= 1 regu

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas Percepatan} &= 37.06 + \left( \frac{37.06 \times 1}{3} \right) \\
 &= 49.413333 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

### 4.7.4 Crash Duration

Setelah produktivitas meningkat maka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan aktivitas akan lebih cepat bila dibandingkan dengan sebelumnya. Pada perhitungan *crash duration* produktivitas setelah percepatan nantinya akan dijumlahkan antara produktivitas percepatan pertama dengan produktivitas percepatan kedua. Detail perhitungan *crash duration* terdapat pada lampiran V (Durasi Crashing).

$$\begin{aligned}
 & \text{Crash duration} \\
 &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas percepatan 1} + \text{Produktivitas percepatan 2}}
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan crash duration:

- Pekerjaan bekisting pada pekerjaan kolom +5600:

Volume bekisting kolom +5600

$$= 74.12 \text{ m}^3$$

Produktivitas percepatan penambahan jam kerja

$$= 50.9575 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Produktivitas percepatan penambahan tenaga kerja

$$= 49.413333 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Crash duration} = \frac{74.12}{50.9575 + 49.1333} = 0.73846 = 1 \text{ hari}$$

#### 4.7.5 Crash Cost

*Crash cost* adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat. Biaya ini dikeluarkan setelah dilakukan percepatan. Pada tugas akhir ini terdapat 2 alternatif yang dilakukan. Yaitu penambahan jam lembur untuk tenaga kerja dan alat dan penambahan tenaga kerja untuk setiap pekerjaannya.

1. Percepatan dengan menambah jam kerja tenaga kerja.

- Pekerjaan bekisting pada pekerjaan kolom +5600

$$\text{Crash Cost} = ( \text{Gaji tenaga kerja perjam} \\ \times \text{banyak tenaga kerja} \\ \times \text{jam lembur} \times \text{durasi crashing} )$$

- Pekerjaan pembesian pada pekerjaan kolom +5600

$$\text{Crash Cost} = ( \text{Gaji tenaga kerja perjam} \\ \times \text{banyak tenaga kerja} \\ \times \text{jam lembur} \times \text{durasi crashing} )$$

2. Percepatan dengan menambah jam kerja alat

$$\text{Crash Cost} = ( (\text{Biaya sewa alat perjam} \\ \times \text{jam lembur}) \\ + (\text{biaya tenaga kerjanya} \\ \times \text{jam lembur}) \\ \times \text{durasi setelah crashing} )$$



Pada percepatan penambahan jam kerja alat ini alat yang termasuk adalah crane, genset, trailer dan tower lamp. Sedangkan tenaga kerja dalam penambahan jam kerja alat ini adalah operator crane, signal man dan rigger. Karena penggunaan alat digunakan secara umum untuk semua pekerjaan maka perhitungan biaya percepatannya dihitung langsung perhari dari setiap pengurangan waktu percepatan.

### 3. Percepatan dengan menambah tenaga kerja

- Pekerjaan bekisting pada pekerjaan kolom +5600

$$\text{Crash Cost} = (\text{Gaji tenaga kerja perjam} \times \text{jumlah tenaga kerja tambahan} \times \text{jumlah jam kerja sehari} \times \text{durasi crashing})$$

- Pekerjaan pembesian pada pekerjaan kolom +5600

$$\begin{aligned} \text{Crash Cost} \\ &= (\text{Gaji tenaga kerja perjam} \\ &\times \text{jumlah tenaga kerja tambahan} \\ &\times \text{jumlah jam kerja sehari} \times \text{durasi crashing}) \end{aligned}$$

Pada percepatan penambahan tenaga kerja ini jumlah tenaga kerja yang ditambahkan sama untuk setiap pekerjaannya yaitu 1 grup yang berjumlah 5 orang.

Contoh perhitungan crash cost:

#### 1. Percepatan dengan menambah jam kerja pekerja.

- Pekerjaan bekisting pada pekerjaan kolom +5600

$$\text{Crash Cost} = 13.750 \times 15 \times 5 \times 1 = \text{Rp}1.031.250$$

- Pekerjaan pembesian pada pekerjaan kolom +5600

$$\text{Crash Cost} = 13.750 \times 15 \times 5 \times 1 = \text{Rp}1.031.250$$

2. Percepatan dengan menambah jam kerja alat.

$$\begin{aligned} \text{Crash Cost} &= ((800.000 + 100.000 + 150.000 \\ &\quad + 29.167) \times 5) \\ &\quad + ((37.500 + 17.500 + 15.000) \times 5)) \\ &= \text{Rp}5.745.835 \end{aligned}$$

Dimana 7 hari tersebut adalah hari percepatan total untuk pekerjaan kolom.

3. Percepatan dengan penambahan tenaga kerja

- Pekerjaan bekisting pada pekerjaan kolom +5600

$$\text{Crash Cost} = (13750 \times 5 \times 8 \times 1) = \text{Rp}550.000$$

- Pekerjaan pembesian pada pekerjaan kolom +5600

$$\text{Crash Cost} = (13750 \times 0 \times 8 \times 1) = \text{Rp}0$$

Maka nilai total dari *crash cost* ini adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total Crash Cost Kolom} + 5600 \\ &= \text{Normal Cost} + (1.031.250 \\ &\quad + 1.031.250 + 550.000 + 0) \\ &= 131.335.028,53 + 3.162.500 = \\ &\quad \text{Rp}133.947.528,53 \end{aligned}$$

Untuk biaya percepatan penambahan jam lembur dengan alat, dikarenakan penggunaan alat dalam percepatan untuk semua pekerjaan maka *crash cost* langsung ditambahkan pada perhitungan *total cost* saat kompresi. Detail *crash cost* pada tiap pekerjaan dapat dilihat pada lampiran VI (Biaya Crashing)

#### 4.7.6 Cost Slope

*Cost slope* adalah penambahan biaya setiap pengurangan durasi. Dengan adanya percepatan durasi pelaksanaan pada aktivitas tertentu, maka akan terjadi pertambahan biaya akibat percepatan durasi tersebut. Pertambahan biaya percepatan tersebut tergantung besarnya durasi percepatan yang direncanakan serta total biaya setelah percepatan (*crash cost*). Semakin besar *crash cost* nya maka semakin besar nilai *cost slope* nya.

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}}$$

Dimana:

Crash Cost = Biaya Proyek Dipercepat

Normal Cost = Biaya Normal Proyek

Crash Duration = Waktu Proyek Dipercepat

Normal Duration = Waktu Normal Proyek

Terselesaikan

Contoh perhitungan *cost slope* adalah:

- Perhitungan terjadi pada pekerjaan kolom +5600

$$\begin{aligned}\text{Cost Slope} &= \frac{145.989.198,53 - 134.497.528,53}{6 - 5} \\ &= \text{Rp}3.162.500,00\end{aligned}$$

#### 4.7.7 Biaya Langsung (Direct Cost)

Biaya langsung (*direct cost*) adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Pada dasarnya biaya langsung (*direct cost*) ini sama dengan *normal cost* yang sebelumnya sudah diketahui. Rincian dari biaya langsung dapat dilihat dalam tabel 4.4 yang sudah ada sebelumnya.

#### 4.7.8 Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung (*indirect cost*) meliputi biaya-biaya yang dikeluarkan tanpa bergantung pada volume pekerjaan yang dilaksanakan tetapi bergantung pada lamanya waktu pelaksanaan pekerjaan. Adapun rincian biaya tidak langsung dapat dilihat pada Tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6 Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost)

No	Jenis Biaya	Jumlah	Satuan	Gaji/Harga Perbulan
1	Gaji Staff Proyek			
	CM	1	orang	Rp9,000,000.00
	DCM	1	orang	Rp8,000,000.00
	CFE	1	orang	Rp7,000,000.00
	CCM	1	orang	Rp7,000,000.00
	CQC	1	orang	Rp7,000,000.00
	GSI Plan	1	orang	Rp7,000,000.00
	CHSE	1	orang	Rp7,000,000.00
	CL	1	orang	Rp7,000,000.00
	Supervisor	1	orang	Rp6,500,000.00
	Surveyor	1	orang	Rp6,500,000.00
	Ass. Surveyor	2	orang	Rp9,000,000.00
	Satpam	2	orang	Rp4,400,000.00
2	Fasilitas			
	Mess			Rp5,000,000.00
	Transport			Rp9,000,000.00
	Listrik			Rp700,000.00
	Air			Rp500,000.00
	Jumlah Total / bulan			Rp100,600,000.00
	Jumlah Total / Hari			Rp3,353,333.33

Sumber : Pengolahan data

Untuk semua fasilitas yang ada pada biaya tidak langsung ini adalah fasilitas yang menunjang untuk pekerjaan Cooling Tower Unit 4. Untuk fasilitas mess ini menggunakan rumah sewaan yang digunakan oleh para pekerja. Dikarenakan jarak antara mess dan lapangan jauh maka ada biaya transport yang dimana ini digunakan untuk transportasi para pekerja dari mess menuju ke lapangan.

Berdasarkan Tabel 4.7 diatas biaya tidak langsung yang dikeluarkan oleh kontraktor pelaksana sebesar Rp100.600.000 perbulan, maka total biaya tidak langsung yang dikeluarkan selama perharinya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung Perhari} &= \frac{\text{Biaya Tidak Langsung Perbulan}}{30} \\ &= \frac{100.600.000}{30} = \text{Rp}3.353.333 \end{aligned}$$

#### 4.8 Analisa Kompresi

Analisa *Time Cost Trade Off* dilakukan aktivitas/pekerjaan pada lintasan kritis dari hasil output Network Diagram dari program bantu Microsoft Project.

Data :

- Durasi tahap normal = 160 hari
- Biaya langsung total = Rp3.467.095.207,75
- Biaya tidak langsung perhari = Rp3.353.333,33
- Lintasan Kritis = A – C – D – E – I – J – K – L – M – N

Akan tetapi pekerjaan A dan N tidak dipercepat karena pekerjaan ini memang tidak bisa dipercepat. Adapun hasil rekapan *normal duration*, *crashing duration*, *normal cost*, *crash cost* dan *cost slope* dari setiap kegiatan yang akan dilakukan percepatan seperti pada Tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4.7 Rekapitan Dari Setiap Kegiatan

Kode	Pekerjaan	Normal Duration (days)	Crash Duration (days)	Normal Cost	Crash Cost	Cost Slope
C	Kolom +5600	6	5	Rp131,335,028.53	Rp134,497,528.53	Rp3,162,500.00
D	Wall W2 +5600	9	5	Rp182,592,297.01	Rp187,404,797.01	Rp1,203,125.00
E	Beam +6500	22	14	Rp521,849,917.97	Rp539,243,667.97	Rp2,174,218.75
F	kolom +6500 - +9800	8	6	Rp102,587,311.32	Rp108,912,311.32	Rp3,162,500.00
G	Wall W2 +6500 - +9800	13	9	Rp227,801,353.59	Rp232,613,853.59	Rp1,203,125.00
H	Wall cantilever	40	24	Rp97,150,942.41	Rp110,625,942.41	Rp842,187.50
I	Beam +10600	23	16	Rp474,554,924.73	Rp491,948,674.73	Rp2,484,821.43
J	Kolom +10600 - +12000	8	4	Rp67,333,741.96	Rp73,658,741.96	Rp1,581,250.00
K	Wall W2 +10600 - +12000	13	6	Rp99,815,374.10	Rp107,859,124.10	Rp1,149,107.14
L	Beam +12800	20	13	Rp264,448,926.72	Rp281,842,676.72	Rp2,484,821.43
M	Slab +12800	10	5	Rp144,121,585.55	Rp150,446,585.55	Rp1,265,000.00

Sumber : Pengolahan Data

#### 4.8.1 Kompresi Tahap 1

Sebelum melakukan analisa *Time Cost Trade Off* (TCTO), harus diketahui *cost slope* terendah pada lintasan kritis waktu normal yang terdapat pada aktivitas. Karena durasi proyek telah berjalan selama beberapa minggu dari durasi proyek normal maka item pekerjaan yang dapat dikompresi yaitu aktivitas yang tersisa dari durasi proyek tersebut dimulai dengan *cost slope* yang terendah yaitu aktivitas K (Wall W2 +10600 - +12000) dengan pemampatan durasi sebesar 7 hari dengan lintasan kritis C – D – E – I – J – K – L – M. Perhitungannya seperti dibawah ini:

Cost Slope = Rp1.149.107,14

Durasi Pemampatan = 7 hari

Biaya Crashing = Rp1.149.107,14 x 7 hari  
= Rp8.043.750,00

Biaya Percepatan Alat = Rp5.745.835 x 7 hari  
= Rp40.220.845

Total Biaya Langsung selama 153 hari

= Normal Cost + Biaya Crashing  
= Rp3.467.095.207,75 + Rp8.043.750,00  
= Rp3.475.138.957,75

Biaya tidak langsung proyek adalah sebesar Rp100.600.000 perbulannya yang dimana biayanya adalah Rp3.353.333,33

perhari. Hal ini berarti setiap kali proyek berkurang 1 hari pelaksanaan, maka biaya tak langsung juga berkurang 1 hari

$$\begin{aligned} &\text{Total Biaya tak langsung selama 153 Hari} \\ &= \text{Biaya tak langsung} \times \text{Durasi pemampatan} \\ &= \text{Rp}3.353.333,33 \times 153 \\ &= \text{Rp}513.060.000,00 \end{aligned}$$

Sehingga Total biaya selama 153 hari adalah:

$$\begin{aligned} &= \text{Total Biaya Langsung} + \text{Total Biaya Tidak Langsung} + \\ &\text{Total Biaya Percepatan Alat} \\ &= \text{Rp}3.475.138.957,75 + \text{Rp}513.060.000,00 + \\ &\text{Rp}40.220.845 \\ &= \text{Rp}4.028.419.802,75 \end{aligned}$$

Karena pada kompresi tahap ke-1 durasi total belum memenuhi target waktu maka kompresi dilanjutkan pada kompresi tahap ke-2.

#### 4.8.2 Kompresi Tahap 2

Karena adanya jalur lintasan kritis baru dari hasil kompresi ke-1 maka sesuai prosedur analisa TCTO (Time Cost Trade Off) maka kompresi dilakukan pada jalur lintasan kritis baru tersebut dengan nilai cost slope terendah yaitu aktivitas D (Wall W2 +5600) dengan pemampatan durasi sebesar 4 hari dengan lintasan kritis C – D – E – I – J – L – M. Perhitungannya seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \text{Rp}1,203,125.00 \\ \text{Durasi Pemampatan} &= 4 \text{ hari} \\ \text{Biaya Crashing} &= \text{Rp}1,203,125.00 \times 4 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}4,812,500.00 \\ \text{Biaya Percepatan Alat} &= \text{Rp}5.745.835 \times 4 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}22.983.340 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Total Biaya Langsung selama 149 hari} \\ &= \text{Biaya Langsung Kompresi 1} + \text{Biaya Crashing} \\ &= \text{Rp}3.475.138.957,75 + \text{Rp}4,812,500.00 \\ &= \text{Rp}3,479,951,457.75 \end{aligned}$$

Biaya tidak langsung proyek adalah sebesar Rp100.600.000 perbulannya yang dimana biayanya adalah Rp3.353.333,33

perhari. Hal ini berarti setiap kali proyek berkurang 1 hari pelaksanaan, maka biaya tak langsung juga berkurang 1 hari

$$\begin{aligned} &\text{Total Biaya tak langsung selama 149 Hari} \\ &= \text{Biaya tak langsung} \times \text{Durasi pemampatan} \\ &= \text{Rp}3.353.333,33 \times 149 \\ &= \text{Rp}499,646,666.67 \end{aligned}$$

Sehingga Total biaya selama 149 hari adalah:

$$\begin{aligned} &= \text{Total Biaya Langsung} + \text{Total Biaya Tidak Langsung} + \\ &\text{Total Biaya Percepatan Alat} \\ &= \text{Rp}3,479,951,457.75 + \text{Rp}499,646,666.67 + \\ &\text{Rp}22.983.340 \\ &= \text{Rp}4.002.581.464,41 \end{aligned}$$

Karena pada kompresi tahap ke-2 durasi total belum memenuhi target waktu maka kompresi dilanjutkan pada kompresi tahap ke-3

### 4.8.3 Kompresi Tahap 3

Karena adanya jalur lintasan kritis baru dari hasil kompresi ke-2 maka sesuai prosedur analisa TCTO (Time Cost Trade Off) maka kompresi dilakukan pada jalur lintasan kritis baru tersebut dengan nilai cost slope terendah yaitu aktivitas M (Slab +12800) dengan pemampatan durasi sebesar 5 hari dengan lintasan kritis C – E – I – J – L – M. Perhitungannya seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \text{Rp}1,265,000.00 \\ \text{Durasi Pemampatan} &= 5 \text{ hari} \\ \text{Biaya Crashing} &= \text{Rp}1,265,000.00 \times 5 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}6,325,000.00 \\ \text{Biaya Percepatan Alat} &= \text{Rp}5.745.835 \times 5 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}28.729.175 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Total Biaya Langsung selama 144 hari} \\ &= \text{Biaya Langsung Kompresi 2} + \text{Biaya Crashing} \\ &= \text{Rp}3,479,951,457.75 + \text{Rp}6,325,000.00 \\ &= \text{Rp}3,486,276,457.75 \end{aligned}$$

Biaya tidak langsung proyek adalah sebesar Rp100.600.000 perbulannya yang dimana biayanya adalah Rp3.353.333,33



perhari. Hal ini berarti setiap kali proyek berkurang 1 hari pelaksanaan, maka biaya tak langsung juga berkurang 1 hari

$$\begin{aligned} &\text{Total Biaya tak langsung selama 144 Hari} \\ &= \text{Biaya tak langsung} \times \text{Durasi pemampatan} \\ &= \text{Rp}3.353.333,33 \times 144 \\ &= \text{Rp}482,880,000.00 \end{aligned}$$

Sehingga Total biaya selama 144 hari adalah:

$$\begin{aligned} &= \text{Total Biaya Langsung} + \text{Total Biaya Tidak Langsung} + \\ &\text{Total Biaya Percepatan Alat} \\ &= \text{Rp}3,486,276,457.75 + \text{Rp}482,880,000.00 + \\ &\text{Rp}28.729.175 \\ &= \text{Rp}3.997.885.632,75 \end{aligned}$$

Karena pada kompresi tahap ke-3 durasi total belum memenuhi target waktu maka kompresi dilanjutkan pada kompresi tahap ke-4

#### 4.8.4 Kompresi Tahap 4

Karena adanya jalur lintasan kritis baru dari hasil kompresi ke-3 maka sesuai prosedur analisa TCTO (Time Cost Trade Off) maka kompresi dilakukan pada jalur lintasan kritis baru tersebut dengan nilai cost slope terendah yaitu aktivitas J (Kolom +10600 - +12000) dengan pemampatan durasi sebesar 4 hari dengan lintasan kritis C – E – I – J – L. Perhitungannya seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \text{Rp}1,581,250.00 \\ \text{Durasi Pemampatan} &= 4 \text{ hari} \\ \text{Biaya Crashing} &= \text{Rp}1,581,250.00 \times 4 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}6,325,000.00 \\ \text{Biaya Percepatan Alat} &= \text{Rp}5.745.835 \times 4 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}22.983.340 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Total Biaya Langsung selama 140 hari} \\ &= \text{Biaya Langsung Kompresi 3} + \text{Biaya Crashing} \\ &= \text{Rp}3,486,276,457.75 + \text{Rp}6,325,000.00 \\ &= \text{Rp}3,492,601,457.75 \end{aligned}$$

Biaya tidak langsung proyek adalah sebesar Rp100.600.000 perbulannya yang dimana biayanya adalah Rp3.353.333,33

perhari. Hal ini berarti setiap kali proyek berkurang 1 hari pelaksanaan, maka biaya tak langsung juga berkurang 1 hari

$$\begin{aligned} &\text{Total Biaya tak langsung selama 140 Hari} \\ &= \text{Biaya tak langsung} \times \text{Durasi pemampatan} \\ &= \text{Rp}3.353.333,33 \times 140 \\ &= \text{Rp}469,466,666.67 \end{aligned}$$

Sehingga Total biaya selama 140 hari adalah:

$$\begin{aligned} &= \text{Total Biaya Langsung} + \text{Total Biaya Tidak Langsung} + \\ &\text{Total Biaya Percepatan Alat} \\ &= \text{Rp}3,492,601,457.75 + \text{Rp}469,466,666.67 + \\ &\text{Rp}22.983.340 \\ &= \text{Rp}3.985.051.464,41 \end{aligned}$$

Karena pada kompresi tahap ke-4 durasi total belum memenuhi target waktu maka kompresi dilanjutkan pada kompresi tahap ke-5

#### 4.8.5 Kompresi Tahap 5

Karena adanya jalur lintasan kritis baru dari hasil kompresi ke-4 maka sesuai prosedur analisa TCTO (Time Cost Trade Off) maka kompresi dilakukan pada jalur lintasan kritis baru tersebut dengan nilai cost slope terendah yaitu aktivitas E (Beam +6500) dengan pemampatan durasi sebesar 8 hari dengan lintasan kritis C – E – I – L. Perhitungannya seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \text{Rp}2,174,218.75 \\ \text{Durasi Pemampatan} &= 8 \text{ hari} \\ \text{Biaya Crashing} &= \text{Rp}2,174,218.75 \times 8 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}17,393,750.00 \\ \text{Biaya Percepatan Alat} &= \text{Rp}5.745.835 \times 8 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}45.966.680 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Total Biaya Langsung selama 132 hari} \\ &= \text{Biaya Langsung Kompresi 4} + \text{Biaya Crashing} \\ &= \text{Rp}3,492,601,457.75 + \text{Rp}17,393,750.00 \\ &= \text{Rp}3,509,995,207.75 \end{aligned}$$

Biaya tidak langsung proyek adalah sebesar Rp100.600.000 perbulannya yang dimana biayanya adalah Rp3.353.333,33

perhari. Hal ini berarti setiap kali proyek berkurang 1 hari pelaksanaan, maka biaya tak langsung juga berkurang 1 hari

$$\begin{aligned} &\text{Total Biaya tak langsung selama 132 Hari} \\ &= \text{Biaya tak langsung} \times \text{Durasi pemampatan} \\ &= \text{Rp}3.353.333,33 \times 132 \\ &= \text{Rp}442,640,000.00 \end{aligned}$$

Sehingga Total biaya selama 132 hari adalah:

$$\begin{aligned} &= \text{Total Biaya Langsung} + \text{Total Biaya Tidak Langsung} + \\ &\text{Total Biaya Percepatan Alat} \\ &= \text{Rp}3,509,995,207.75 + \text{Rp}442,640,000.00 + \\ &\text{Rp}45.966.680 \\ &= \text{Rp}3,998,601,887.75 \end{aligned}$$

Karena pada kompresi tahap ke-5 durasi total belum memenuhi target waktu maka kompresi dilanjutkan pada kompresi tahap ke-6

#### 4.8.6 Kompresi Tahap 6

Karena adanya jalur lintasan kritis baru dari hasil kompresi ke-5 maka sesuai prosedur analisa TCTO (Time Cost Trade Off) maka kompresi dilakukan pada jalur lintasan kritis baru tersebut dengan nilai cost slope terendah yaitu aktivitas I (Beam +10600) dengan pemampatan durasi sebesar 7 hari dengan lintasan kritis C – I – L. Perhitungannya seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \text{Rp}2,484,821.43 \\ \text{Durasi Pemampatan} &= 7 \text{ hari} \\ \text{Biaya Crashing} &= \text{Rp}2,484,821.43 \times 7 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}17,393,750.00 \\ \text{Biaya Percepatan Alat} &= \text{Rp}5.745.835 \times 7 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}40.220.845 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Total Biaya Langsung selama 125 hari} \\ &= \text{Biaya Langsung Kompresi 4} + \text{Biaya Crashing} \\ &= \text{Rp}3,509,995,207.75 + \text{Rp}17,393,750.00 \\ &= \text{Rp}3,527,388,957.75 \end{aligned}$$

Biaya tidak langsung proyek adalah sebesar Rp100.600.000 perbulannya yang dimana biayanya adalah Rp3.353.333,33

perhari. Hal ini berarti setiap kali proyek berkurang 1 hari pelaksanaan, maka biaya tak langsung juga berkurang 1 hari

$$\begin{aligned} &\text{Total Biaya tak langsung selama 125 Hari} \\ &= \text{Biaya tak langsung} \times \text{Durasi pemampatan} \\ &= \text{Rp}3.353.333,33 \times 125 \\ &= \text{Rp}419,166,666.67 \end{aligned}$$

Sehingga Total biaya selama 125 hari adalah:

$$\begin{aligned} &= \text{Total Biaya Langsung} + \text{Total Biaya Tidak Langsung} + \\ &\text{Total Biaya Percepatan Alat} \\ &= \text{Rp}3,527,388,957.75 + \text{Rp}419,166,666.67 + \\ &\text{Rp}40.220.845 \\ &= \text{Rp}3,986,776,469.41 \end{aligned}$$

Karena pada kompresi tahap ke-6 durasi total belum memenuhi target waktu maka kompresi dilanjutkan pada kompresi tahap ke-7

#### 4.8.7 Kompresi Tahap 7

Karena adanya jalur lintasan kritis baru dari hasil kompresi ke-6 maka sesuai prosedur analisa TCTO (Time Cost Trade Off) maka kompresi dilakukan pada jalur lintasan kritis baru tersebut dengan nilai cost slope terendah yaitu aktivitas L (Beam +12800) dengan pemampatan durasi sebesar 7 hari dengan lintasan kritis C – L. Perhitungannya seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \text{Rp}2,484,821.43 \\ \text{Durasi Pemampatan} &= 7 \text{ hari} \\ \text{Biaya Crashing} &= \text{Rp}2,484,821.43 \times 7 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}17,393,750.00 \\ \text{Biaya Percepatan Alat} &= \text{Rp}5.745.835 \times 7 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}40.220.845 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Total Biaya Langsung selama 125 hari} \\ &= \text{Biaya Langsung Kompresi 4} + \text{Biaya Crashing} \\ &= \text{Rp}3,527,388,957.75 + \text{Rp}17,393,750.00 \\ &= \text{Rp}3,544,782,707.75 \end{aligned}$$

Biaya tidak langsung proyek adalah sebesar Rp100.600.000 perbulannya yang dimana biayanya adalah Rp3.353.333,33

perhari. Hal ini berarti setiap kali proyek berkurang 1 hari pelaksanaan, maka biaya tak langsung juga berkurang 1 hari

Total Biaya tak langsung selama 118 Hari

= Biaya tak langsung x Durasi pemampatan

= Rp3.353.333,33 x 118

= Rp395,693,333.33

Sehingga Total biaya selama 118 hari adalah:

= Total Biaya Langsung + Total Biaya Tidak Langsung +

Total Biaya Percepatan Alat

= Rp3,544,782,707.75 + Rp395,693,333.33 +

Rp40.220.845

= Rp3,980,696,886.08

Karena pada kompresi tahap ke-7 durasi total sudah terpenuhi maka kompresi atau iterasi cukup dilakukan hingga kompresi tahap ke-7 dengan durasi total menjadi 118 hari.

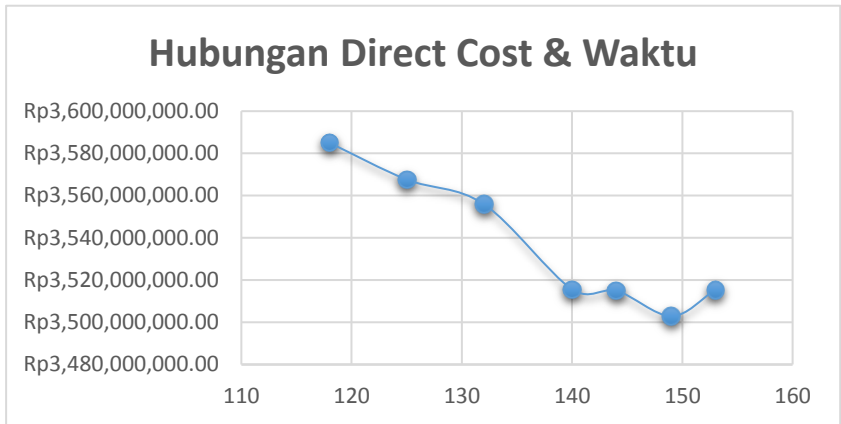
Untuk pemampatan waktu selengkapanya dapat dilihat pada tabel 4.8 Analisis Waktu dan Biaya Proyek. Sedangkan rincian perhitungan biaya proyek dapat dilihat selengkapanya pada lampiran Analisis Perhitungan Biaya Percepatan.

Tabel 4.8 Analisis Waktu dan Biaya Proyek

No	Keterangan	Durasi Crashing	Direct Cost	Indirect Cost	Crashing Alat	DC+CA	TC
1	Normal	160	Rp3,467,095,207.75	Rp536,533,333.33	-	Rp3,467,095,207.75	Rp4,003,628,541.08
2	Iterasi 1	153	Rp3,475,138,957.75	Rp513,060,000.00	Rp40,220,845	Rp3,515,359,802.75	Rp4,028,419,802.75
3	Iterasi 2	149	Rp3,479,951,457.75	Rp499,646,666.67	Rp22,983,340	Rp3,502,934,797.75	Rp4,002,581,464.41
4	Iterasi 3	144	Rp3,486,276,457.75	Rp482,880,000.00	Rp28,729,175	Rp3,515,005,632.75	Rp3,997,885,632.75
5	Iterasi 4	140	Rp3,492,601,457.75	Rp469,466,666.67	Rp22,983,340	Rp3,515,584,797.75	Rp3,985,051,464.41
6	Iterasi 5	132	Rp3,509,995,207.75	Rp442,640,000.00	Rp45,966,680	Rp3,555,961,887.75	Rp3,998,601,887.75
7	Iterasi 6	125	Rp3,527,388,957.75	Rp419,166,666.67	Rp40,220,845	Rp3,567,609,802.75	Rp3,986,776,469.41
8	Iterasi 7	118	Rp3,544,782,707.75	Rp395,693,333.33	Rp40,220,845	Rp3,585,003,552.75	Rp3,980,696,886.08

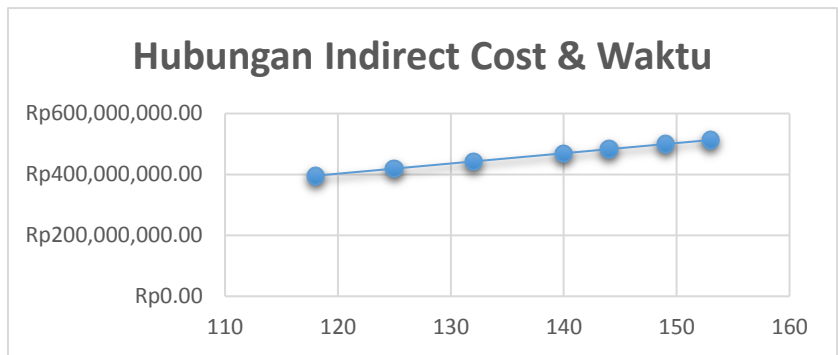
Sumber : Pengolahan Data

Grafik hubungan antara biaya langsung dengan waktu proyek dapat dilihat pada gambar 4.1 Grafik Hubungan Biaya Langsung dan Waktu



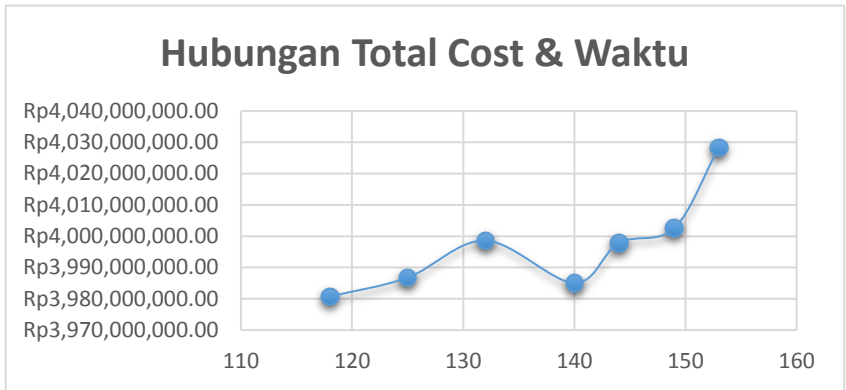
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Biaya Langsung dan Waktu Penyelesaian Proyek

Grafik hubungan antara biaya tidak langsung dengan waktu proyek dapat dilihat pada gambar 4.2 Grafik Hubungan Biaya Tidak Langsung dan Waktu.



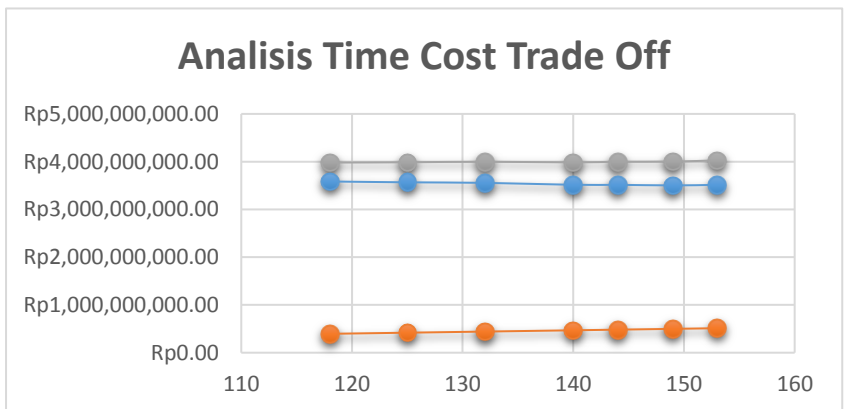
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Biaya Tidak Langsung dan Waktu Penyelesaian

Grafik hubungan antara biaya total dengan waktu proyek dapat dilihat pada gambar 4.3 Grafik Hubungan Biaya Total dan Waktu.



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Biaya Total dan Waktu Penyelesaian Proyek

Grafik hubungan anrta biaya langsung, tidak langsung dan roral biaya dengan waktu proyek dapat dilihat pada gambar 4.4 Grafik Hubungan Biaya langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Biaya dengan Waktu.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Biaya dan Waktu Penyelesaian Proyek

Dari gambar grafik diatas dapat dijelaskan bahwa pengurangan durasi/ percepatan proyek sangat mempengaruhi pertambahan biaya langsung. Akan tetapi biaya total proyek akan terus berkurang apabila masih berada dalam keadaan optimum. Penurunan atau penambahan biaya langsung ikut mempengaruhi besar total biaya proyek.

Berdasarkan Tabel 4.9 Analisis Waktu dan Biaya Proyek, waktu pekerjaan per cellnya dapat dipercepat dan terselesaikan selama 42 hari pada tahap kompresi ke-7.

Tahap Crash	= 7
Durasi	= 118 hari
Biaya Langsung	= Rp3,585,003,552.75
Biaya Tidak Langsung	= Rp395,693,333.33
Biaya Percepatan Alat	= Rp40.220.845
Total Cost	= Rp3,980,696,886.08

Untuk perhitungan biaya keseluruhan proyek Cooling Tower Unit 4 dapat dilihat pada Tabel 4.9 seperti dibawah ini.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Biaya Setelah Percepatan

Iterasi	
Rp3,980,696,886.08	Harga Total Setelah Percepatan Per Cell
Rp23,884,181,316.49	Harga Total Setelah Percepatan Cooling Tower Unit 4
Rp3,467,095,207.75	Harga Normal Per Cell
Rp20,802,571,246.49	Harga Normal Colling Tower Unit 4
Rp513,601,678.33	Biaya Percepatan Per Cell
Rp3,081,610,070.00	Biaya Percepatan Cooling Tower Unit 4

Sumber : Pengolahan Data

Dari Tabel 4.10 dapat disimpulkan bahwa untuk biaya normal Cooling Tower Unit 4 adalah Rp20.802.571.246,49 dan biaya setelah percepatan untuk Cooling Tower Unit 4 adalah Rp23.884.181.316,49. Maka dapat ditentukan untuk harga



percepatan total dari Cooling Tower Unit 4 adalah sebesar Rp3.081.610.070,00

Setelah dilakukan percepatan adalah Setelah menentukan durasi percepatan untuk setiap cellnya maka setelah itu dapat diketahui durasi percepatan untuk keseluruhan proyek Cooling Tower Unit 4. Durasi percepatan dari Cooling Tower Unit 4 dapat dilihat pada tabel 4.10 Durasi Total Proyek Setelah Percepatan.

Tabel 4.10 Durasi Total Proyek Setelah Percepatan

No	Nama Kegiatan	Durasi (hari)	Start	Finish
1	Cell 6	118	01/12/2015	15/04/2016
2	Cell 5	118	11/12/2015	26/04/2016
3	Cell 4	118	21/12/2015	05/05/2016
4	Cell 3	118	04/01/2016	19/05/2016
5	Cell 1	118	14/01/2016	30/05/2016
6	Cell 2	118	27/01/2016	11/06/2016

Sumber : Pengolahan Data

kesimpulan bahwa durasi total proyek Cooling Tower Unit 4 setelah percepatan adalah 167 hari dengan durasi normal total proyek Cooling Tower Unit 4 adalah 209 hari. Maka percepatan yang dilakukan adalah sebesar 42 hari.



## Lampiran I ( Volume dan Produktivitas )

Task Name	Duration (days)	Volume			Produktivitas		
Cell 6	160	Bekisting (m3)	Pembesian (kg)	Concrete (m3)	Bekisting (m2/hari)	Pembesian (kg/hari)	Pengecoran (m3/hari)
<b>Precast Half Slab Elv + 12800</b>	<b>11</b>	180.1333333	3733.806667	63.50825	25.73333333	533.4009524	21.16941667
Fabrikasi Formwork	7						
Fabrikasi Rebar	4						
Install Rebar Precast Half Slab	3						
Pouring Concrete Precast Half Slab	3						
<b>Precast Beam PBX1 ( 100x300)</b>	<b>25</b>	331.8266667	2448.986667	14.22	47.40380952	174.927619	2.031428571
Fabrikasi Molding	7						
Fabrikasi Rebar	7						
Install Rebar	7						
Pouring Concrete Precast Beam PBX1	7						
<b>Kolom &amp; Wall ( To Elv +5600 )</b>	<b>15</b>	74.12	6113.333333	11.11833333	37.06	6113.333333	11.11833333
<b>Kolom CC1 ( To Elv + 5600 ) - 9 nos</b>	<b>6</b>						
Install Scaffolding BS 1139	3						
Install Formwork Kolom	2						
Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	1						
Pouring Concrete Kolom	1						
Pembongkaran Scaffolding Kolom	1						
<b>Wall W2 ( To Elv +5600 )</b>	<b>9</b>	219.3316667	5108.039039	16.44983333	54.83291667	1277.00976	16.44983333
Install Scaffolding BS 1139	1						
Install Rebar Wall W2	4						
Install Formwork Wall	4						
Pouring Concrete Wall	1						
Pembongkaran Formwork Wall	2						
<b>Beam Elv + 6500</b>	<b>22</b>	604.4083333	14646.52833	51.311	33.57824074	1627.392037	25.6555
Install A frame	4						
Install formwork bawah	9						
Install Rebar Beam Insitu	9						
Install formwork samping Beam Insitu	9						
Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 6500	2						
Pembongkaran formwork samping Beam Elv +6500	3						
Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	2						

<b>Kolom &amp; Wall ( From Elv +6500 To Elv + 9800 ) --&gt; 3.3M</b>	<b>50</b>	43.68	5461.666667	6.552	10.92	1365.416667	6.552
<b>Kolom CC1 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>7</b>						
Install Scaffolding BS 1139	2						
Install Formwork Kolom	4						
Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	4						
Pouring Concrete Kolom	1						
Pembongkaran formwork kolom	1						
Pembongkaran Scaffolding Kolom	1	321.035	4564.630631	24.07766667	107.0116667	1521.543544	24.07766667
<b>Wall W2 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>14</b>						
Install Scaffolding BS 1139 ( untuk Wall )	3						
Install Rebar Wall W2	3						
Install Formwork Wall	3						
Pouring Concrete Wall	1						
Pembongkaran Formwork Wall	1						
<b>Wall Cantilever ( Hanya Area Selatan )</b>	<b>40</b>	117.01	2465.188333	10.55666667	6.500555556	129.7467544	3.518888889
Install Scaffolding A frame	5						
Install formwork bawah	10						
Install Rebar Beam & Slab Elv +8900	10						
Pouring concrete beam & Slab Elv +8900	1						
Install Rebar Horizontal wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	6						
Install Formwork wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	4						
Pouring Concrete Wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	1						
Bongkar formwork Wall	2						
Install Suport formwork Slab Elv +11100	4						
Instal Rebar slab +11100	3						
Pouring Concrete slab +11100	1						
<b>Beam Elv + 10600</b>	<b>23</b>	598.3483333	11875.74833	47.24383333	33.24157407	1319.527593	47.24383333
Install A frame	6						
Install formwork bawah	9						
Install Rebar Beam Insitu	9						
Install formwork samping Beam insitu	9						
Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 10600	1						
Pembongkaran formwork samping Beam Elv +10600	2						
Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	1						

Wall W2 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )	13	130.42	2390.996997	9.7815	16.3025	298.8746246	9.7815
Install Scaffolding BS 1139	3						
Install Rebar Wall W2	8						
Install Formwork Wall	8						
Pouring Concrete Wall	1						
Pembongkaran Formwork Wall	1						
Beam Elv + 12800	19	215.7116667	8291.666667	38.33716667	11.98398148	921.2962963	38.33716667
Install A frame	4						
Install formwork bawah	9						
Install Rebar Beam Insitu	9						
Install formwork samping Beam insitu	9						
Pouring Concrete Beam Insitu Elv +12800	1						
Pembongkaran formwork samping Beam Elv +12800	1						
Install Precast Half Slab	2						
Slab Elv +12800	10	180.1333333	1775.02	28.22588889	36.02666667	591.6733333	28.22588889
Install Precast Half Slab	2						
Install Formwork	5						
Instal Rebar Slab	3						
Pouring Concrete Slab	1						
Chemical Coating	21						
Coating Area Basin	14	16331.45			-		
Coating Area Structure	21						



### Lampiran III ( Biaya Normal Cooling Tower Unit 4 )

Task Name	Volume			Biaya			Total
	Bekisting (m2)	Pembesian (kg)	Concrete (m3)	Bekisting (m3)	Pembesian (kg)	Concrete (m3)	
<b>Cell 6</b>							
<b>Precast Half Slab Elv + 12800</b>	180.1333333	3733.806667	63.50825	Rp 68,367,805.33	Rp 50,594,495.45	Rp 116,328,569.59	Rp 235,290,870.37
Fabrikasi Formwork							
Fabrikasi Rebar							
Install Rebar Precast Half Slab							
Pouring Concrete Precast Half Slab							
<b>Precast Beam PBX1 ( 100x300)</b>	331.8266667	2448.986667	14.22	Rp 125,941,493.07	Rp 33,184,697.50	Rp 26,046,887.76	Rp 185,173,078.33
Fabrikasi Molding							
Fabrikasi Rebar							
Install Rebar							
Pouring Concrete Precast Beam PBX1							
<b>Kolom CC1 ( To Elv + 5600 ) - 9 nos</b>	74.12	6113.333333	11.11833333	Rp 28,131,504.80	Rp 82,837,983.62	Rp 20,365,540.11	Rp 131,335,028.53
Install Scaffolding BS 1139							
Install Formwork Kolom							
Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )							
Pouring Concrete Kolom							
Pembongkaran Scaffolding Kolom	219.3316667	5108.039039	16.44983333	Rp 83,245,140.77	Rp 69,215,864.93	Rp 30,131,291.32	Rp 182,592,297.01
<b>Wall W2 ( To Elv +5600 )</b>							
Install Scaffolding BS 1139							
Install Rebar Wall W2							
Install Formwork Wall							
Pouring Concrete Wall	604.4083333	14646.52833	51.311	Rp 229,397,138.83	Rp 198,466,009.95	Rp 93,986,769.19	Rp 521,849,917.97
Pembongkaran Formwork Wall							
<b>Beam Elv + 6500</b>							
Install A frame							
Install formwork bawah							
Install Rebar Beam Insitu	604.4083333	14646.52833	51.311	Rp 229,397,138.83	Rp 198,466,009.95	Rp 93,986,769.19	Rp 521,849,917.97
Install formwork samping Beam insitu							
Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 6500							
Pembongkaran formwork samping Beam Elv +6500							
Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )							

<b>Kolom CC1 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>							
Install Scaffolding BS 1139							
Install Formwork Kolom							
Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	43.68	5461.666667	6.552	Rp 16,578,307.20	Rp 74,007,653.31	Rp 12,001,350.82	Rp 102,587,311.32
Pouring Concrete Kolom							
Pembongkaran formwork kolom							
Pembongkaran Scaffolding Kolom							
<b>Wall W2 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>							
Install Scaffolding BS 1139 ( untuk Wall )							
Install Rebar Wall W2	321.035	4564.630631	24.07766667	Rp 121,845,623.90	Rp 61,852,475.04	Rp 44,103,254.65	Rp 227,801,353.59
Install Formwork Wall							
Pouring Concrete Wall							
Pembongkaran Formwork Wall							
<b>Wall Cantilever ( Hanya Area Selatan )</b>							
Install Scaffolding A frame							
Install formwork bawah							
Install Rebar Beam & Slab Elv +8900							
Pouring concrete beam & Slab Elv +8900							
Install Rebar Horizontal wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	117.01	2465.188333	10.55666667	Rp 44,409,975.40	Rp 33,404,236.22	Rp 19,336,730.79	Rp 97,150,942.41
Install Formwork wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )							
Pouring Concrete Wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )							
Bongkar formwork Wall							
Install Suport formwork Slab Elv +11100							
Instal Rebar slab +11100							
Pouring Concrete slab +11100							
<b>Beam Elv + 10600</b>							
Install A frame							
Install formwork bawah							
Install Rebar Beam Insitu							
Install formwork sampling Beam insitu	598.3483333	11875.74833	47.24383333	Rp 227,097,126.43	Rp 160,920,890.83	Rp 86,536,907.47	Rp 474,554,924.73
Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 10600							
Pembongkaran formwork sampling Beam Elv +10600							
Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )							



Kolom CC1 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )	43.68	2860	6.552	Rp 16,578,307.20	Rp 38,754,083.94	Rp 12,001,350.82	Rp 67,333,741.96
Install Scaffolding BS 1139							
Install Formwork Kolom							
Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )							
Pouring Concrete Kolom							
Pembongkaran Scaffolding Kolom							
Wall W2 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )	130.42	2390.996997	9.7815	Rp 49,499,606.80	Rp 32,398,915.50	Rp 17,916,851.80	Rp 99,815,374.10
Install Scaffolding BS 1139							
Install Rebar Wall W2							
Install Formwork Wall							
Pouring Concrete Wall							
Pembongkaran Formwork Wall							
Beam Elv + 12800	215.7116667	8291.666667	38.33716667	Rp 81,871,205.97	Rp 112,355,225.88	Rp 70,222,494.88	Rp 264,448,926.72
Install A frame							
Install formwork bawah							
Install Rebar Beam Insitu							
Install formwork sampling Beam insitu							
Pouring Concrete Beam Insitu Elv +12800							
Pembongakaran formwork sampling Beam Elv +12800							
Install Precast Half Slab							
Slab Elv +12800	180.1333333	1775.02	28.22588889	Rp 68,367,805.33	Rp 24,052,193.73	Rp 51,701,586.48	Rp 144,121,585.55
Install Precast Half Slab							
Instal Rebar Slab							
Pouring Concrete Slab							
Chemical Coating	2721.908333			Rp 269,311.00			Rp 733,039,855.16
Coating Area Basin							
Coating Area Structure							
				Harga Normal Per Cell			Rp 3,467,095,207.75
				Harga Normal Cooling Tower Unit 4			Rp 20,802,571,246.49

## Lampiran IV ( Produktivitas Setelah Percepatan )

- Percepatan penambahan jam kerja

Penambahan jam kerja ( 5 jam ) --> Bekisting					
Pekerjaan	Produktivitas Harian	Produktivitas per jam	Efisiensi	Penambahan Jam	Produktivitas Percepatan Harian
Kolom +5600	37.06	4.6325	60%	5	50.9575
Wall W2 +5600	54.83291667	6.854114583	60%	5	75.39526042
Beam +6500	33.57824074	4.197280093	60%	5	46.17008102
kolom +6500 - +9800	10.92	1.365	60%	5	15.015
Wall W2 +6500 - +9800	107.0116667	13.37645833	60%	5	147.1410417
Wall cantilever	6.500555556	0.812569444	60%	5	8.938263889
Beam +10600	33.24157407	4.155196759	60%	5	45.70716435
Kolom +10600 - +12000	14.56	1.82	60%	5	20.02
Wall W2 +10600 - +12000	16.3025	2.0378125	60%	5	22.4159375
Beam +12800	11.98398148	1.497997685	60%	5	16.47797454
Slab +12800	36.02666667	4.503333333	60%	5	49.53666667

Penambahan jam kerja ( 5 jam ) --> Rebar					
Pekerjaan	Produktivitas Harian	Produktivitas per jam	Efisiensi	Penambahan Jam	Produktivitas Percepatan Harian
Kolom +5600	6113.333333	764.1666667	60%	5	8405.833333
Wall W2 +5600	1277.00976	159.62622	60%	5	1755.88842
Beam +6500	1627.392037	203.4240046	60%	5	2237.664051
kolom +6500 - +9800	1365.416667	170.6770833	60%	5	1877.447917
Wall W2 +6500 - +9800	1521.543544	190.1929429	60%	5	2092.122372
Wall cantilever	129.7467544	16.2183443	60%	5	178.4017873
Beam +10600	1319.527593	164.9409491	60%	5	1814.35044
Kolom +10600 - +12000	953.3333333	119.1666667	60%	5	1310.833333
Wall W2 +10600 - +12000	298.8746246	37.35932808	60%	5	410.9526089
Beam +12800	921.2962963	115.162037	60%	5	1266.782407
Slab +12800	591.6733333	73.95916667	60%	5	813.5508333

- Percepatan penambahan Tenaga kerja

88

Penambahan tenaga kerja ----> Bekisting			
Pekerjaan	Produktivitas Harian	Produktivitas Tenaga Kerja / grup / m2 / hari	Produktivitas Tenaga Kerja / orang / m2 / hari
Kolom +5600	37.06	12.35333333	2.470666667
Wall W2 +5600	54.83291667	27.41645833	4.569409722
Beam +6500	33.57824074	11.19274691	2.238549383
kolom +6500 - +9800	10.92	3.64	0.728
Wall W2 +6500 - +9800	107.0116667	53.50583333	8.917638889
Wall cantilever	6.500555556	6.500555556	1.300111111
Beam +10600	33.24157407	11.08052469	2.216104938
Kolom +10600 - +12000	14.56	4.853333333	0.970666667
Wall W2 +10600 - +12000	16.3025	8.15125	1.358541667
Beam +12800	11.98398148	3.994660494	0.798932099
Slab +12800	36.02666667	12.00888889	2.401777778

Penambahan tenaga kerja ----> Bekisting			
Pekerjaan	Penambahan Tenaga Kerja /grup	Produktivitas Penambahan / grup / m2 /hari	Produktivitas Setelah Crashing m2 / hari
Kolom +5600	1	12.35333333	49.41333333
Wall W2 +5600	0	0	54.83291667
Beam +6500	1	11.19274691	44.77098765
kolom +6500 - +9800	1	3.64	14.56
Wall W2 +6500 - +9800	0	0	107.0116667
Wall cantilever	0	0	6.500555556
Beam +10600	1	11.08052469	44.32209877
Kolom +10600 - +12000	1	4.853333333	19.41333333
Wall W2 +10600 - +12000	0	0	16.3025
Beam +12800	1	3.994660494	15.97864198
Slab +12800	1	12.00888889	48.03555556

Penambahan tenaga kerja ----> Rebar			
Pekerjaan	Produktivitas Harian	Produktivitas Tenaga Kerja / grup / kg / hari	Produktivitas Tenaga Kerja / orang / kg / hari
Kolom +5600	6113.333333	2037.777778	407.5555556
Wall W2 +5600	1277.00976	425.6699199	85.13398398
Beam +6500	1627.392037	542.4640123	108.4928025
kolom +6500 - +9800	1365.416667	455.1388889	91.02777778
Wall W2 +6500 - +9800	1521.543544	507.1811812	101.4362362
Wall cantilever	129.7467544	43.24891813	8.649783626
Beam +10600	1319.527593	439.8425309	87.96850617
Kolom +10600 - +12000	953.3333333	317.7777778	63.55555556
Wall W2 +10600 - +12000	298.8746246	99.62487487	19.92497497
Beam +12800	921.2962963	307.0987654	61.41975309
Slab +12800	591.6733333	197.2244444	39.44488889

Penambahan tenaga kerja ----> Rebar			
Pekerjaan	Penambahan Tenaga Kerja /grup	Produktivitas Penambahan / grup / kg / hari	Produktivitas Setelah Crashing kg / hari
Kolom +5600	0	0	6113.333333
Wall W2 +5600	1	425.6699199	1702.67968
Beam +6500	1	542.4640123	2169.856049
kolom +6500 - +9800	1	455.1388889	1820.555556
Wall W2 +6500 - +9800	1	507.1811812	2028.724725
Wall cantilever	1	43.24891813	172.9956725
Beam +10600	1	439.8425309	1759.370123
Kolom +10600 - +12000	1	317.7777778	1271.111111
Wall W2 +10600 - +12000	1	99.62487487	398.4994995
Beam +12800	1	307.0987654	1228.395062
Slab +12800	1	197.2244444	788.8977778

## Lampiran V ( Durasi Crashing )

			Penambahan jam kerja ( 5 jam ) --> Bekisting	Penambahan Tenaga Kerja
Pekerjaan	Durasi Awal	Volume	Produktivitas Percepatan Harian	Produktivitas Setelah Crashing m2 / hari
Kolom +5600	2	74.12	50.9575	49.41333333
Wall W2 +5600	4	219.3316667	75.39526042	54.83291667
Beam +6500	9	604.4083333	46.17008102	44.77098765
kolom +6500 - +9800	4	43.68	15.015	14.56
Wall W2 +6500 - +9800	3	321.035	147.1410417	107.0116667
Wall cantilever	18	117.01	8.938263889	6.500555556
Beam +10600	18	598.3483333	45.70716435	44.32209877
Kolom +10600 - +12000	3	43.68	20.02	19.41333333
Wall W2 +10600 - +12000	8	130.42	22.4159375	16.3025
Beam +12800	18	215.7116667	16.47797454	15.97864198
Slab +12800	5	180.1333333	49.53666667	48.03555556

Pekerjaan	Produktivitas Total	Crash Duration	Pembulatan Crash Duration
Kolom +5600	100.3708333	0.738461538	1
Wall W2 +5600	130.2281771	1.684210526	2
Beam +6500	90.94106867	6.646153846	7
kolom +6500 - +9800	29.575	1.476923077	2
Wall W2 +6500 - +9800	254.1527083	1.263157895	2
Wall cantilever	15.43881944	7.578947368	8
Beam +10600	90.02926312	6.646153846	7
Kolom +10600 - +12000	39.43333333	1.107692308	2
Wall W2 +10600 - +12000	38.7184375	3.368421053	4
Beam +12800	32.45661651	6.646153846	7
Slab +12800	97.57222222	1.846153846	2

			Penambahan jam kerja ( 5 jam ) --> Rebar	Penambahan Tenaga Kerja
Pekerjaan	Durasi Awal	Volume	Produktivitas Percepatan Harian	Produktivitas Setelah Crashing kg / hari
Kolom +5600	1	6113.333333	8405.833333	6113.333333
Wall W2 +5600	4	5108.039039	1755.88842	1702.67968
Beam +6500	9	14646.52833	2237.664051	2169.856049
kolom +6500 - +9800	4	5461.666667	1877.447917	1820.555556
Wall W2 +6500 - +9800	3	4564.630631	2092.122372	2028.724725
Wall cantilever	19	2465.188333	178.4017873	172.9956725
Beam +10600	9	11875.74833	1814.35044	1759.370123
Kolom +10600 - +12000	3	2860	1310.833333	1271.111111
Wall W2 +10600 - +12000	8	2390.996997	410.9526089	398.4994995
Beam +12800	9	8291.666667	1266.782407	1228.395062
Slab +12800	3	1775.02	813.5508333	788.8977778

Pekerjaan	Produktivitas Total	Crash Duration	Pembulatan Crash Duration
Kolom +5600	14519.16667	0.421052632	1
Wall W2 +5600	3458.568099	1.476923077	2
Beam +6500	4407.5201	3.323076923	4
kolom +6500 - +9800	3698.003472	1.476923077	2
Wall W2 +6500 - +9800	4120.847097	1.107692308	2
Wall cantilever	351.3974598	7.015384615	8
Beam +10600	3573.720563	3.323076923	4
Kolom +10600 - +12000	2581.944444	1.107692308	2
Wall W2 +10600 - +12000	809.4521084	2.953846154	3
Beam +12800	2495.177469	3.323076923	4
Slab +12800	1602.448611	1.107692308	2

## Lampiran VI ( Biaya Crashing )

- Penambahan jam kerja pekerja

Pekerjaan	Durasi Crashing		Biaya Crashing Penambahan Jam Kerja		Biaya Per Jam	Jumlah Pekerja		Biaya Crashing Penambahan Jam	
			Tenaga Kerja (jam)		Tenaga Kerja	Normal		Tenaga Kerja	
	Bekisting	Rebar	Bekisting	Rebar	Gaji Lembur / orang / jam	Bekisting	Rebar	Bekisting	Rebar
Kolom +5600	1	1	5	5	Rp13,750.00	15	15	Rp1,031,250.00	Rp1,031,250.00
Wall W2 +5600	2	2	5	5		12	15	Rp825,000.00	Rp1,031,250.00
Beam +6500	7	4	5	5		15	15	Rp1,031,250.00	Rp1,031,250.00
kolom +6500 - +9800	2	2	5	5		15	15	Rp1,031,250.00	Rp1,031,250.00
Wall W2 +6500 - +9800	2	2	5	5		12	15	Rp825,000.00	Rp1,031,250.00
Wall cantilever	7	7	5	5		5	15	Rp343,750.00	Rp1,031,250.00
Beam +10600	7	4	5	5		15	15	Rp1,031,250.00	Rp1,031,250.00
Kolom +10600 - +12000	2	2	5	5		15	15	Rp1,031,250.00	Rp1,031,250.00
Wall W2 +10600 - +12000	4	3	5	5		12	15	Rp825,000.00	Rp1,031,250.00
Beam +12800	7	4	5	5		15	15	Rp1,031,250.00	Rp1,031,250.00
Slab +12800	2	2	5	5		15	15	Rp1,031,250.00	Rp1,031,250.00
Pekerjaan	Total		Total						
	Bekisting	Rebar							
Kolom +5600	Rp1,031,250.00	Rp1,031,250.00	Rp2,062,500.00						
Wall W2 +5600	Rp1,650,000.00	Rp2,062,500.00	Rp3,712,500.00						
Beam +6500	Rp7,218,750.00	Rp4,125,000.00	Rp11,343,750.00						
kolom +6500 - +9800	Rp2,062,500.00	Rp2,062,500.00	Rp4,125,000.00						
Wall W2 +6500 - +9800	Rp1,650,000.00	Rp2,062,500.00	Rp3,712,500.00						
Wall cantilever	Rp2,406,250.00	Rp7,218,750.00	Rp9,625,000.00						
Beam +10600	Rp7,218,750.00	Rp4,125,000.00	Rp11,343,750.00						
Kolom +10600 - +12000	Rp2,062,500.00	Rp2,062,500.00	Rp4,125,000.00						
Wall W2 +10600 - +12000	Rp3,300,000.00	Rp3,093,750.00	Rp6,393,750.00						
Beam +12800	Rp7,218,750.00	Rp4,125,000.00	Rp11,343,750.00						
Slab +12800	Rp2,062,500.00	Rp2,062,500.00	Rp4,125,000.00						

- Panambahan tenaga kerja

Pekerjaan	Durasi Crahing		Penambahan Tenaga Kerja (orang)		Biaya Penambahan Tenaga Kerja /orang/jam	Biaya Penambahan / grup / jam		Biaya Penambahan / grup / hari	
	Bekisting	Rebar	Bekisting	Rebar		Bekisting	Rebar	Bekisting	Rebar
Kolom +5600	1	1	5	0	Rp13,750	Rp68,750	Rp0	Rp550,000.00	Rp0.00
Wall W2 +5600	2	2	0	5		Rp0	Rp68,750	Rp0.00	Rp550,000.00
Beam +6500	7	4	5	5		Rp68,750	Rp68,750	Rp550,000.00	Rp550,000.00
kolom +6500 - +9800	2	2	5	5		Rp68,750	Rp68,750	Rp550,000.00	Rp550,000.00
Wall W2 +6500 - +9800	2	2	0	5		Rp0	Rp68,750	Rp0.00	Rp550,000.00
Wall cantilever	7	7	0	5		Rp0	Rp68,750	Rp0.00	Rp550,000.00
Beam +10600	7	4	5	5		Rp68,750	Rp68,750	Rp550,000.00	Rp550,000.00
Kolom +10600 - +12000	2	2	5	5		Rp68,750	Rp68,750	Rp550,000.00	Rp550,000.00
Wall W2 +10600 - +12000	4	3	0	5		Rp0	Rp68,750	Rp0.00	Rp550,000.00
Beam +12800	7	4	5	5		Rp68,750	Rp68,750	Rp550,000.00	Rp550,000.00
Slab +12800	2	2	5	5		Rp68,750	Rp68,750	Rp550,000.00	Rp550,000.00

Pekerjaan	Biaya penambahan / Grup selama Crashing		Total Biaya Penambahan Pekerja
	Bekisting	Rebar	
Kolom +5600	Rp550,000.00	Rp0.00	Rp550,000.00
Wall W2 +5600	Rp0.00	Rp1,100,000.00	Rp1,100,000.00
Beam +6500	Rp3,850,000.00	Rp2,200,000.00	Rp6,050,000.00
kolom +6500 - +9800	Rp1,100,000.00	Rp1,100,000.00	Rp2,200,000.00
Wall W2 +6500 - +9800	Rp0.00	Rp1,100,000.00	Rp1,100,000.00
Wall cantilever	Rp0.00	Rp3,850,000.00	Rp3,850,000.00
Beam +10600	Rp3,850,000.00	Rp2,200,000.00	Rp6,050,000.00
Kolom +10600 - +12000	Rp1,100,000.00	Rp1,100,000.00	Rp2,200,000.00
Wall W2 +10600 - +12000	Rp0.00	Rp1,650,000.00	Rp1,650,000.00
Beam +12800	Rp3,850,000.00	Rp2,200,000.00	Rp6,050,000.00
Slab +12800	Rp1,100,000.00	Rp1,100,000.00	Rp2,200,000.00



- Total Biaya Crashing

Pekerjaan	Total Biaya Penambahan Jam Lebur	Total Biaya Penambahan Pekerja	Crash Cost / Pekerjaan
Kolom +5600	Rp2,062,500.00	Rp550,000.00	Rp2,612,500.00
Wall W2 +5600	Rp3,712,500.00	Rp1,100,000.00	Rp4,812,500.00
Beam +6500	Rp11,343,750.00	Rp6,050,000.00	Rp17,393,750.00
kolom +6500 - +9800	Rp4,125,000.00	Rp2,200,000.00	Rp6,325,000.00
Wall W2 +6500 - +9800	Rp3,712,500.00	Rp1,100,000.00	Rp4,812,500.00
Wall cantilever	Rp9,625,000.00	Rp3,850,000.00	Rp13,475,000.00
Beam +10600	Rp11,343,750.00	Rp6,050,000.00	Rp17,393,750.00
Kolom +10600 - +12000	Rp4,125,000.00	Rp2,200,000.00	Rp6,325,000.00
Wall W2 +10600 - +12000	Rp6,393,750.00	Rp1,650,000.00	Rp8,043,750.00
Beam +12800	Rp11,343,750.00	Rp6,050,000.00	Rp17,393,750.00
Slab +12800	Rp4,125,000.00	Rp2,200,000.00	Rp6,325,000.00
		Total	Rp104,912,500.00

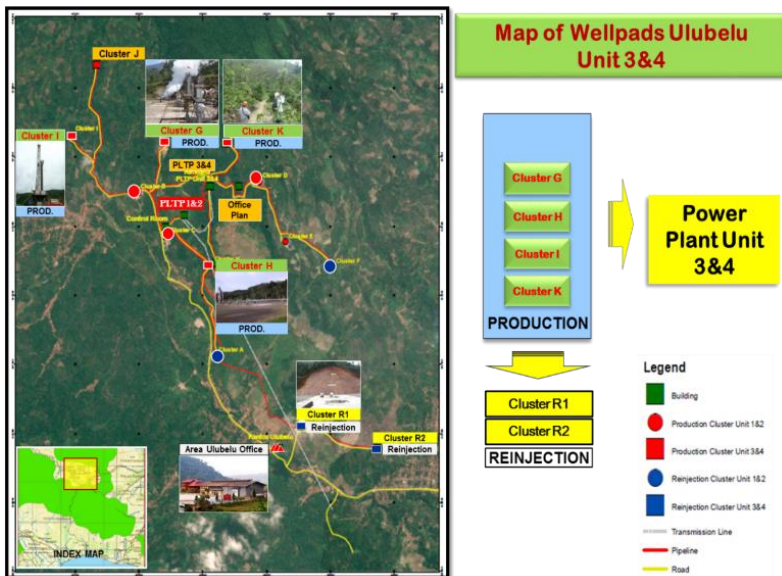
- Penambahan jam kerja alat

Biaya Sewa Alat Lembedur				Biaya Sewa Pekerja Alat Lembedur		
Crane	Genset	Trailer	Tower Lamp	Operator Crane	Signal Man	Rigger
Rp800,000	Rp100,000.00	Rp150,000	Rp29,167	Rp37,500	Rp17,500	Rp15,000
Rp5,395,835				Rp350,000		
Rp5,745,835						

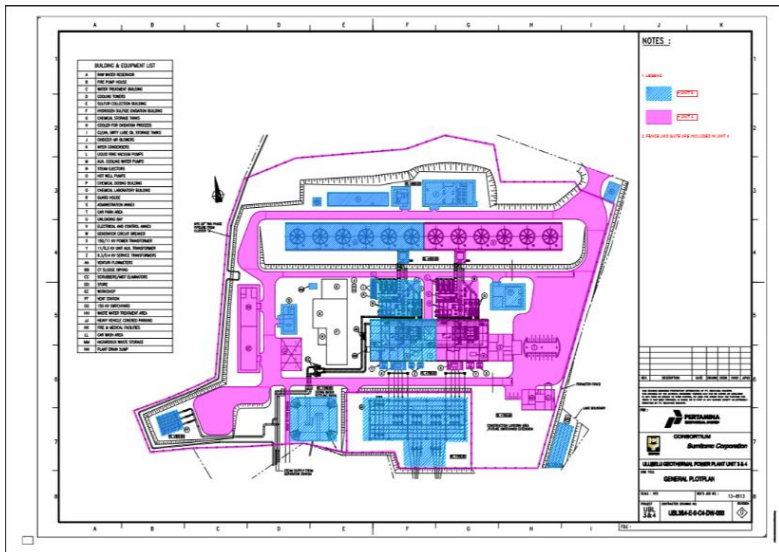
## Lampiran VII ( Perencanaan Proyek )



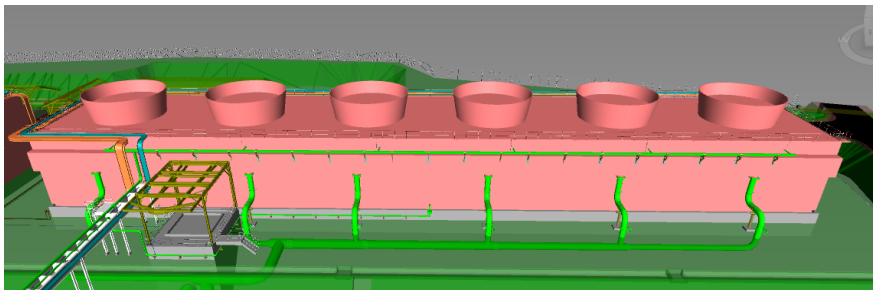
*Lokasi Proyek Ulubelu Unit 3&4 Geothermal Power Project*



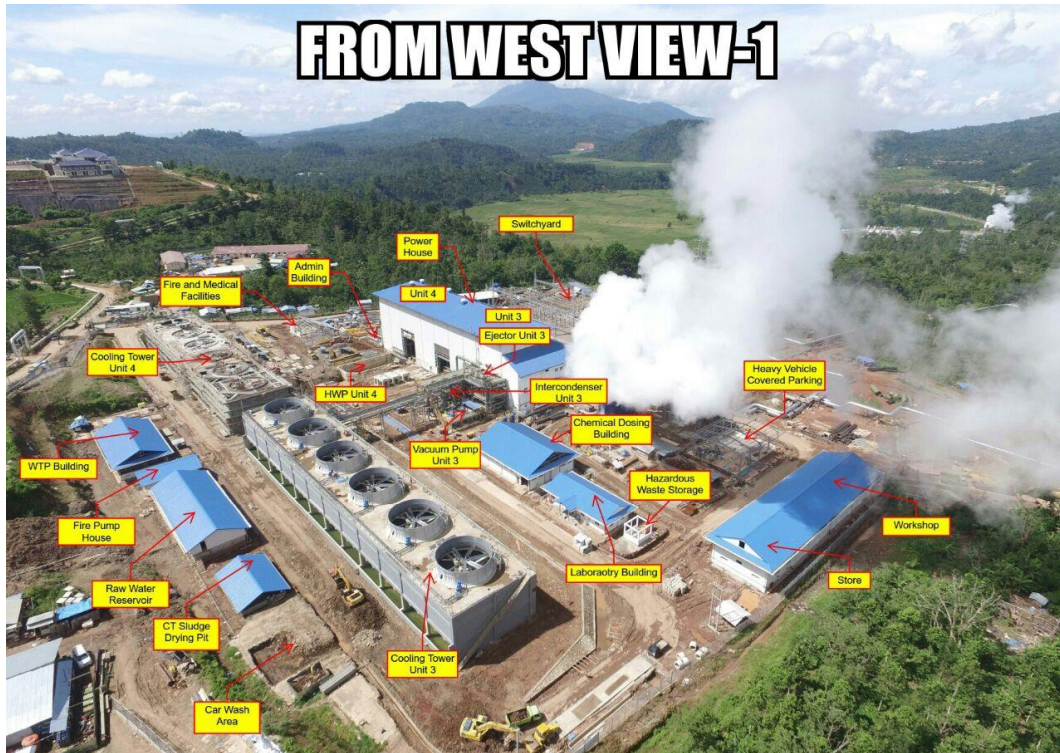
*Site Plan Ulubelu Unit 3&4 Geothermal Power Project*



*Site Plan Pekerjaan Main Power Project*

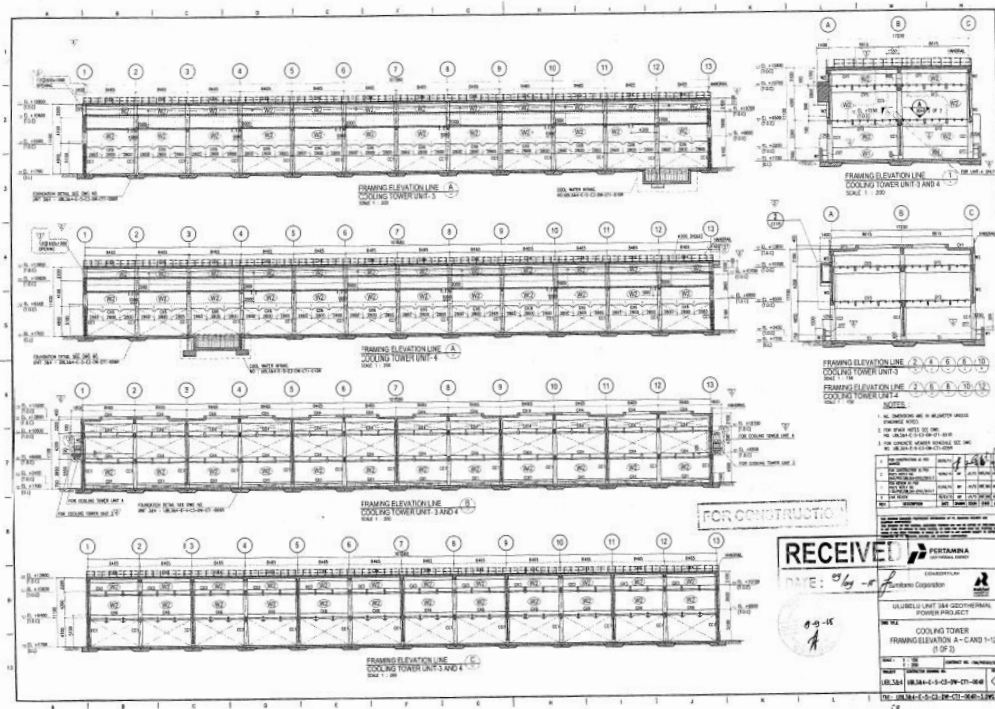


### Perencanaan Cooling Tower Unit 4



Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Ulubelu Unit 3&4, Lampung





Tampak Cooling Tower Unit 4

## Lampiran II ( Durasi Normal Cooling Tower Unit 4 )

No	Pekerjaan	Durasi	Start	Finish
	<b>Cooling Tower Unit 4</b>	<b>209 days</b>	<b>01/12/2015</b>	<b>30/07/2016</b>
1	<b>Cell 6</b>	<b>160 days</b>	<b>Tue 01/12/15</b>	<b>Fri 03/06/16</b>
2	<b>Precast Half Slab Elv + 12800</b>	11 days	Tue 01/12/15	Sat 12/12/15
3	Fabrikasi Formwork	7 days	Tue 01/12/15	Tue 08/12/15
4	Fabrikasi Rebar	4 days	Sat 05/12/15	Wed 09/12/15
5	Install Rebar Precast Half Slab	3 days	Tue 08/12/15	Thu 10/12/15
6	Pouring Concrete Precast Half Slab	3 days	Thu 10/12/15	Sat 12/12/15
7	<b>Precast Beam PBX1 ( 100x300)</b>	<b>25 days</b>	<b>Thu 14/01/16</b>	<b>Thu 11/02/16</b>
8	Fabrikasi Molding	7 days	Thu 14/01/16	Thu 21/01/16
9	Fabrikasi Rebar	7 days	Fri 22/01/16	Fri 29/01/16
10	Install Rebar	7 days	Sat 30/01/16	Sat 06/02/16
11	Pouring Concrete Precast Beam PBX1	7 days	Thu 04/02/16	Thu 11/02/16
12	<b>Kolom CC1 ( To Elv + 5600 ) - 9 nos</b>	<b>6 days</b>	<b>Sat 02/01/16</b>	<b>Fri 08/01/16</b>
13	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Sat 02/01/16	Tue 05/01/16
14	Install Formwork Kolom	2 days	Mon 04/01/16	Tue 05/01/16
15	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	1 day	Wed 06/01/16	Wed 06/01/16
16	Pouring Concrete Kolom	1 day	Thu 07/01/16	Thu 07/01/16
17	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Fri 08/01/16	Fri 08/01/16
18	<b>Wall W2 ( To Elv +5600 )</b>	<b>9 days</b>	<b>Sat 09/01/16</b>	<b>Tue 19/01/16</b>
19	Install Scaffolding BS 1139	1 day	Sat 09/01/16	Sat 09/01/16
20	Install Rebar Wall W2	4 days	Sat 09/01/16	Wed 13/01/16
21	Install Formwork Wall	4 days	Tue 12/01/16	Fri 15/01/16
22	Pouring Concrete Wall	1 day	Sat 16/01/16	Sat 16/01/16
23	Pembongkaran Formwork Wall	2 days	Mon 18/01/16	Tue 19/01/16
24	<b>Beam Elv + 6500</b>	<b>22 days</b>	<b>Wed 20/01/16</b>	<b>Sat 13/02/16</b>
25	Install A frame	4 days	Wed 20/01/16	Sat 23/01/16
26	Install formwork bawah	9 days	Thu 21/01/16	Sat 30/01/16
27	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Thu 28/01/16	Sat 06/02/16
28	Install formwork sampling Beam Insitu	9 days	Fri 29/01/16	Mon 08/02/16
29	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 6500	2 days	Tue 09/02/16	Wed 10/02/16
30	Pembongkaran formwork sampling Beam Elv +6500	3 days	Thu 11/02/16	Sat 13/02/16
31	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	2 days	Fri 12/02/16	Sat 13/02/16
32	<b>Kolom CC1 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>8 days</b>	<b>Mon 15/02/16</b>	<b>Tue 23/02/16</b>
33	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Mon 15/02/16	Tue 16/02/16
34	Install Formwork Kolom	4 days	Tue 16/02/16	Fri 19/02/16
35	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	4 days	Tue 16/02/16	Fri 19/02/16
36	Pouring Concrete Kolom	1 day	Sat 20/02/16	Sat 20/02/16
37	Pembongkaran formwork kolom	1 day	Mon 22/02/16	Mon 22/02/16
38	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Tue 23/02/16	Tue 23/02/16
39	<b>Wall W2 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>13 days</b>	<b>Wed 24/02/16</b>	<b>Wed 09/03/16</b>
40	Install Scaffolding BS 1139 ( untuk Wall )	3 days	Wed 24/02/16	Fri 26/02/16
41	Install Rebar Wall W2	3 days	Sat 27/02/16	Tue 01/03/16
42	Install Formwork Wall	3 days	Fri 04/03/16	Mon 07/03/16
43	Pouring Concrete Wall	1 day	Tue 08/03/16	Tue 08/03/16
44	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Wed 09/03/16	Wed 09/03/16



45	<b>Wall Cantilever ( Hanya Area Selatan )</b>	<b>40 days</b>	<b>Wed 24/02/16</b>	<b>Sat 09/04/16</b>
46	Install Scaffolding A frame	5 days	Wed 24/02/16	Mon 29/02/16
47	Install formwork bawah	10 days	Tue 01/03/16	Fri 11/03/16
48	Install Rebar Beam & Slab Elv +8900	10 days	Mon 07/03/16	Thu 17/03/16
49	Pouring concrete beam & Slab Elv +8900	1 day	Fri 18/03/16	Fri 18/03/16
50	Install Rebar Horizontal wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	6 days	Sat 19/03/16	Fri 25/03/16
51	Install Formwork wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	4 days	Sat 26/03/16	Wed 30/03/16
52	Pouring Concrete Wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	1 day	Thu 31/03/16	Thu 31/03/16
53	Bongkar formwork Wall	2 days	Fri 01/04/16	Sat 02/04/16
54	Install Suport formwork Slab Elv +11100	4 days	Mon 04/04/16	Thu 07/04/16
55	Instal Rebar slab +11100	3 days	Wed 06/04/16	Fri 08/04/16
56	Pouring Concrete slab +11100	1 day	Sat 09/04/16	Sat 09/04/16
57	<b>Beam Elv + 10600</b>	<b>23 days</b>	<b>Mon 15/02/16</b>	<b>Fri 11/03/16</b>
58	Install A frame	6 days	Mon 15/02/16	Sat 20/02/16
59	Install formwork bawah	9 days	Sat 20/02/16	Tue 01/03/16
60	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Thu 25/02/16	Sat 05/03/16
61	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Fri 26/02/16	Mon 07/03/16
62	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 10600	1 day	Tue 08/03/16	Tue 08/03/16
63	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +10600	2 days	Wed 09/03/16	Thu 10/03/16
64	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	1 day	Fri 11/03/16	Fri 11/03/16
65	<b>Kolom CC1 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	<b>8 days</b>	<b>Sat 12/03/16</b>	<b>Mon 21/03/16</b>
66	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Sat 12/03/16	Mon 14/03/16
67	Install Formwork Kolom	3 days	Tue 15/03/16	Thu 17/03/16
68	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	3 days	Wed 16/03/16	Fri 18/03/16
69	Pouring Concrete Kolom	1 day	Sat 19/03/16	Sat 19/03/16
70	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Mon 21/03/16	Mon 21/03/16
71	<b>Wall W2 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	<b>13 days</b>	<b>Tue 22/03/16</b>	<b>Tue 05/04/16</b>
72	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Tue 22/03/16	Thu 24/03/16
73	Install Rebar Wall W2	8 days	Tue 22/03/16	Wed 30/03/16
74	Install Formwork Wall	8 days	Fri 25/03/16	Sat 02/04/16
75	Pouring Concrete Wall	1 day	Mon 04/04/16	Mon 04/04/16
76	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Tue 05/04/16	Tue 05/04/16
77	<b>Beam Elv + 12800</b>	<b>20 days</b>	<b>Wed 06/04/16</b>	<b>Thu 28/04/16</b>
78	Install A frame	4 days	Wed 06/04/16	Sat 09/04/16
79	Install formwork bawah	9 days	Wed 06/04/16	Fri 15/04/16
80	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Fri 08/04/16	Mon 18/04/16
81	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Thu 14/04/16	Sat 23/04/16
82	Pouring Concrete Beam Insitu Elv +12800	1 day	Mon 25/04/16	Mon 25/04/16
83	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +12800	1 day	Tue 26/04/16	Tue 26/04/16
84	Install Precast Half Slab	2 days	Wed 27/04/16	Thu 28/04/16
85	<b>Slab Elv +12800</b>	<b>10 days</b>	<b>Fri 29/04/16</b>	<b>Thu 10/05/16</b>
86	Install Precast Half Slab	2 days	Fri 29/04/16	Sat 30/04/16
87	Install Formwork	5 days	Mon 02/05/16	Fri 06/05/16
88	Instal Rebar Slab	3 days	Fri 06/05/16	Mon 09/05/16
89	Pouring Concrete Slab	1 day	Tue 10/05/16	Tue 10/05/16
90	<b>Chemical Coating</b>	<b>21 days</b>	<b>Wed 11/05/16</b>	<b>Fri 03/06/16</b>
91	Coating Area Basin	14 days	Wed 11/05/16	Thu 26/05/16
92	Coating Area Structure	21 days	Wed 11/05/16	Fri 03/06/16

93	<b>Cell 5</b>	<b>160 days</b>	<b>Fri 11/12/15</b>	<b>Tue 14/06/16</b>
94	<b>Precast Half Slab Elv + 12800</b>	<b>11 days</b>	<b>Fri 11/12/15</b>	<b>Wed 23/12/15</b>
95	Fabrikasi Formwork	7 days	Fri 11/12/15	Fri 18/12/15
96	Fabrikasi Rebar	4 days	Wed 16/12/15	Sat 19/12/15
97	Install Rebar Precast Half Slab	3 days	Fri 18/12/15	Mon 21/12/15
98	Pouring Concrete Precast Half Slab	3 days	Mon 21/12/15	Wed 23/12/15
99	<b>Precast Beam PBX1 ( 100x300)</b>	<b>25 days</b>	<b>Mon 25/01/16</b>	<b>Mon 22/02/16</b>
100	Fabrikasi Molding	7 days	Mon 25/01/16	Mon 01/02/16
101	Fabrikasi Rebar	7 days	Tue 02/02/16	Tue 09/02/16
102	Install Rebar	7 days	Wed 10/02/16	Wed 17/02/16
103	Pouring Concrete Precast Beam PBX1	7 days	Mon 15/02/16	Mon 22/02/16
104	<b>Kolom CC1 ( To Elv + 5600 ) - 9 nos</b>	<b>6 days</b>	<b>Wed 13/01/16</b>	<b>Tue 19/01/16</b>
105	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Wed 13/01/16	Fri 15/01/16
106	Install Formwork Kolom	2 days	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16
107	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	1 day	Sat 16/01/16	Sat 16/01/16
108	Pouring Concrete Kolom	1 day	Mon 18/01/16	Mon 18/01/16
109	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Tue 19/01/16	Tue 19/01/16
110	<b>Wall W2 ( To Elv +5600 )</b>	<b>9 days</b>	<b>Wed 20/01/16</b>	<b>Fri 29/01/16</b>
111	Install Scaffolding BS 1139	1 day	Wed 20/01/16	Wed 20/01/16
112	Install Rebar Wall W2	4 days	Wed 20/01/16	Sat 23/01/16
113	Install Formwork Wall	4 days	Fri 22/01/16	Tue 26/01/16
114	Pouring Concrete Wall	1 day	Wed 27/01/16	Wed 27/01/16
115	Pembongkaran Formwork Wall	2 days	Thu 28/01/16	Fri 29/01/16
116	<b>Beam Elv + 6500</b>	<b>22 days</b>	<b>Sat 30/01/16</b>	<b>Wed 24/02/16</b>
117	Install A frame	4 days	Sat 30/01/16	Wed 03/02/16
118	Install formwork bawah	9 days	Mon 01/02/16	Wed 10/02/16
119	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Mon 08/02/16	Wed 17/02/16
120	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Tue 09/02/16	Thu 18/02/16
121	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 6500	2 days	Fri 19/02/16	Sat 20/02/16
122	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +6500	3 days	Mon 22/02/16	Wed 24/02/16
123	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	2 days	Tue 23/02/16	Wed 24/02/16
124	<b>Kolom CC1 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>8 days</b>	<b>Thu 25/02/16</b>	<b>Fri 04/03/16</b>
125	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Thu 25/02/16	Fri 26/02/16
126	Install Formwork Kolom	4 days	Fri 26/02/16	Tue 01/03/16
127	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	4 days	Fri 26/02/16	Tue 01/03/16
128	Pouring Concrete Kolom	1 day	Wed 02/03/16	Wed 02/03/16
129	Pembongkaran formwork kolom	1 day	Thu 03/03/16	Thu 03/03/16
130	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Fri 04/03/16	Fri 04/03/16
131	<b>Wall W2 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>13 days</b>	<b>Sat 05/03/16</b>	<b>Sat 19/03/16</b>
132	Install Scaffolding BS 1139 ( untuk Wall )	3 days	Sat 05/03/16	Tue 08/03/16
133	Install Rebar Wall W2	3 days	Wed 09/03/16	Fri 11/03/16
134	Install Formwork Wall	3 days	Tue 15/03/16	Thu 17/03/16
135	Pouring Concrete Wall	1 day	Fri 18/03/16	Fri 18/03/16
136	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Sat 19/03/16	Sat 19/03/16

137	<b>Wall Cantilever ( Hanya Area Selatan )</b>	<b>40 days</b>	<b>Sat 05/03/16</b>	<b>Wed 20/04/16</b>
138	Install Scaffolding A frame	5 days	Sat 05/03/16	Thu 10/03/16
139	Install formwork bawah	10 days	Fri 11/03/16	Tue 22/03/16
140	Install Rebar Beam & Slab Elv +8900	10 days	Thu 17/03/16	Mon 28/03/16
141	Pouring concrete beam & Slab Elv +8900	1 day	Tue 29/03/16	Tue 29/03/16
142	Install Rebar Horizontal wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	6 days	Wed 30/03/16	Tue 05/04/16
143	Install Formwork wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	4 days	Wed 06/04/16	Sat 09/04/16
144	Pouring Concrete Wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	1 day	Mon 11/04/16	Mon 11/04/16
145	Bongkar formwork Wall	2 days	Tue 12/04/16	Wed 13/04/16
146	Install Suport formwork Slab Elv +11100	4 days	Thu 14/04/16	Mon 18/04/16
147	Instal Rebar slab +11100	3 days	Sat 19/04/16	Tue 19/04/16
148	Pouring Concrete slab +11100	1 day	Wed 20/04/16	Wed 20/04/16
149	<b>Beam Elv + 10600</b>	<b>23 days</b>	<b>Thu 25/02/16</b>	<b>Tue 22/03/16</b>
150	Install A frame	6 days	Thu 25/02/16	Wed 02/03/16
151	Install formwork bawah	9 days	Wed 02/03/16	Fri 11/03/16
152	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Mon 07/03/16	Wed 16/03/16
153	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Tue 08/03/16	Thu 17/03/16
154	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 10600	1 day	Fri 18/03/16	Fri 18/03/16
155	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +10600	2 days	Sat 19/03/16	Mon 21/03/16
156	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	1 day	Tue 22/03/16	Tue 22/03/16
157	<b>Kolom CC1 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	<b>8 days</b>	<b>Wed 23/03/16</b>	<b>Thu 31/03/16</b>
158	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Wed 23/03/16	Thu 24/03/16
159	Install Formwork Kolom	3 days	Fri 25/03/16	Mon 28/03/16
160	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	3 days	Sat 26/03/16	Tue 29/03/16
161	Pouring Concrete Kolom	1 day	Wed 30/03/16	Wed 30/03/16
162	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Thu 31/03/16	Thu 31/03/16
163	<b>Wall W2 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	<b>13 days</b>	<b>Fri 01/04/16</b>	<b>Fri 15/04/16</b>
164	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Fri 01/04/16	Mon 04/04/16
165	Install Rebar Wall W2	8 days	Fri 01/04/16	Sat 09/04/16
166	Install Formwork Wall	8 days	Tue 05/04/16	Wed 13/04/16
167	Pouring Concrete Wall	1 day	Thu 14/04/16	Thu 14/04/16
168	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Fri 15/04/16	Fri 15/04/16
169	<b>Beam Elv + 12800</b>	<b>20 days</b>	<b>Sat 16/04/16</b>	<b>Mon 09/05/16</b>
170	Install A frame	4 days	Sat 16/04/16	Wed 20/04/16
171	Install formwork bawah	9 days	Sat 16/04/16	Tue 26/04/16
172	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Tue 19/04/16	Thu 28/04/16
173	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Mon 25/04/16	Wed 04/05/16
174	Pouring Concrete Beam Insitu Elv +12800	1 day	Thu 05/05/16	Thu 05/05/16
175	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +12800	1 day	Fri 06/05/16	Fri 06/05/16
176	Install Precast Half Slab	2 days	Sat 07/05/16	Mon 09/05/16
177	<b>Slab Elv +12800</b>	<b>10 days</b>	<b>Tue 10/05/16</b>	<b>Fri 20/05/16</b>
178	Install Precast Half Slab	2 days	Tue 10/05/16	Wed 11/05/16
179	Install Formwork	5 days	Thu 12/05/16	Tue 17/05/16
180	Instal Rebar Slab	3 days	Tue 17/05/16	Thu 19/05/16
181	Pouring Concrete Slab	1 day	Fri 20/05/16	Fri 20/05/16
182	<b>Chemical Coating</b>	<b>21 days</b>	<b>Sat 21/05/16</b>	<b>Tue 14/06/16</b>
183	Coating Area Basin	14 days	Sat 21/05/16	Mon 06/06/16
184	Coating Area Structure	21 days	Sat 21/05/16	Tue 14/06/16

185	<b>Cell 4</b>	<b>160 days</b>	<b>Mon 21/12/15</b>	<b>Thu 23/06/16</b>
186	Precast Half Slab Elv + 12800	11 days	Mon 21/12/15	Fri 01/01/16
187	Fabrikasi Formwork	7 days	Mon 21/12/15	Mon 28/12/15
188	Fabrikasi Rebar	4 days	Fri 25/12/15	Tue 29/12/15
189	Install Rebar Precast Half Slab	3 days	Mon 28/12/15	Wed 30/12/15
190	Pouring Concrete Precast Half Slab	3 days	Wed 30/12/15	Fri 01/01/16
191	<b>Precast Beam PBX1 ( 100x300)</b>	<b>25 days</b>	<b>Wed 03/02/16</b>	<b>Wed 02/03/16</b>
192	Fabrikasi Molding	7 days	Wed 03/02/16	Wed 10/02/16
193	Fabrikasi Rebar	7 days	Thu 11/02/16	Thu 18/02/16
194	Install Rebar	7 days	Fri 19/02/16	Fri 26/02/16
195	Pouring Concrete Precast Beam PBX1	7 days	Wed 24/02/16	Wed 02/03/16
196	<b>Kolom CC1 ( To Elv + 5600 ) - 9 nos</b>	<b>6 days</b>	<b>Fri 22/01/16</b>	<b>Thu 28/01/16</b>
197	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Fri 22/01/16	Mon 25/01/16
198	Install Formwork Kolom	2 days	Sat 23/01/16	Mon 25/01/16
199	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	1 day	Tue 26/01/16	Tue 26/01/16
200	Pouring Concrete Kolom	1 day	Wed 27/01/16	Wed 27/01/16
201	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Thu 28/01/16	Thu 28/01/16
202	<b>Wall W2 ( To Elv +5600 )</b>	<b>9 days</b>	<b>Fri 29/01/16</b>	<b>Mon 08/02/16</b>
203	Install Scaffolding BS 1139	1 day	Fri 29/01/16	Fri 29/01/16
204	Install Rebar Wall W2	4 days	Fri 29/01/16	Tue 02/02/16
205	Install Formwork Wall	4 days	Mon 01/02/16	Thu 04/02/16
206	Pouring Concrete Wall	1 day	Fri 05/02/16	Fri 05/02/16
207	Pembongkaran Formwork Wall	2 days	Sat 06/02/16	Mon 08/02/16
208	<b>Beam Elv + 6500</b>	<b>22 days</b>	<b>Tue 09/02/16</b>	<b>Fri 04/03/16</b>
209	Install A frame	4 days	Tue 09/02/16	Fri 12/02/16
210	Install formwork bawah	9 days	Wed 10/02/16	Fri 19/02/16
211	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Wed 17/02/16	Fri 26/02/16
212	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Thu 18/02/16	Sat 27/02/16
213	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 6500	2 days	Mon 29/02/16	Tue 01/03/16
214	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +6500	3 days	Wed 02/03/16	Fri 04/03/16
215	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	2 days	Thu 03/03/16	Fri 04/03/16
216	<b>Kolom CC1 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>8 days</b>	<b>Sat 05/03/16</b>	<b>Mon 14/03/16</b>
217	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Sat 05/03/16	Mon 07/03/16
218	Install Formwork Kolom	4 days	Mon 07/03/16	Thu 10/03/16
219	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	4 days	Mon 07/03/16	Thu 10/03/16
220	Pouring Concrete Kolom	1 day	Fri 11/03/16	Fri 11/03/16
221	Pembongkaran formwork kolom	1 day	Sat 12/03/16	Sat 12/03/16
222	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Mon 14/03/16	Mon 14/03/16
223	<b>Wall W2 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>13 days</b>	<b>Tue 15/03/16</b>	<b>Tue 29/03/16</b>
224	Install Scaffolding BS 1139 ( untuk Wall )	3 days	Tue 15/03/16	Thu 17/03/16
225	Install Rebar Wall W2	3 days	Fri 18/03/16	Mon 21/03/16
226	Install Formwork Wall	3 days	Thu 24/03/16	Sat 26/03/16
227	Pouring Concrete Wall	1 day	Mon 28/03/16	Mon 28/03/16
228	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Tue 29/03/16	Tue 29/03/16

229	<b>Wall Cantilever ( Hanya Area Selatan )</b>	<b>40 days</b>	<b>Tue 15/03/16</b>	<b>Fri 29/04/16</b>
230	Install Scaffolding A frame	5 days	Tue 15/03/16	Sat 19/03/16
231	Install formwork bawah	10 days	Mon 21/03/16	Thu 31/03/16
232	Install Rebar Beam & Slab Elv +8900	10 days	Sat 26/03/16	Wed 06/04/16
233	Pouring concrete beam & Slab Elv +8900	1 day	Thu 07/04/16	Thu 07/04/16
234	Install Rebar Horizontal wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	6 days	Fri 08/04/16	Thu 14/04/16
235	Install Formwork wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	4 days	Fri 15/04/16	Tue 19/04/16
236	Pouring Concrete Wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	1 day	Wed 20/04/16	Wed 20/04/16
237	Bongkar formwork Wall	2 days	Thu 21/04/16	Fri 22/04/16
238	Install Suport formwork Slab Elv +11100	4 days	Sat 23/04/16	Wed 27/04/16
239	Instal Rebar slab +11100	3 days	Tue 26/04/16	Thu 28/04/16
240	Pouring Concrete slab +11100	1 day	Fri 29/04/16	Fri 29/04/16
241	<b>Beam Elv + 10600</b>	<b>23 days</b>	<b>Sat 05/03/16</b>	<b>Thu 31/03/16</b>
242	Install A frame	6 days	Sat 05/03/16	Fri 11/03/16
243	Install formwork bawah	9 days	Fri 11/03/16	Mon 21/03/16
244	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Wed 16/03/16	Fri 25/03/16
245	Install formwork sumping Beam insitu	9 days	Thu 17/03/16	Sat 26/03/16
246	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 10600	1 day	Mon 28/03/16	Mon 28/03/16
247	Pembongkaran formwork sumping Beam Elv +10600	2 days	Tue 29/03/16	Wed 30/03/16
248	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	1 day	Thu 31/03/16	Thu 31/03/16
249	<b>Kolom CC1 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	<b>8 days</b>	<b>Fri 01/04/16</b>	<b>Sat 09/04/16</b>
250	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Fri 01/04/16	Sat 02/04/16
251	Install Formwork Kolom	3 days	Mon 04/04/16	Wed 06/04/16
252	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	3 days	Tue 05/04/16	Thu 07/04/16
253	Pouring Concrete Kolom	1 day	Fri 08/04/16	Fri 08/04/16
254	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Sat 09/04/16	Sat 09/04/16
255	<b>Wall W2 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	<b>13 days</b>	<b>Mon 11/04/16</b>	<b>Mon 25/04/16</b>
256	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Mon 11/04/16	Wed 13/04/16
257	Install Rebar Wall W2	8 days	Mon 11/04/16	Tue 19/04/16
258	Install Formwork Wall	8 days	Thu 14/04/16	Fri 22/04/16
259	Pouring Concrete Wall	1 day	Sat 23/04/16	Sat 23/04/16
260	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Mon 25/04/16	Mon 25/04/16
261	<b>Beam Elv + 12800</b>	<b>20 days</b>	<b>Tue 26/04/16</b>	<b>Wed 18/05/16</b>
262	Install A frame	4 days	Tue 26/04/16	Fri 29/04/16
263	Install formwork bawah	9 days	Tue 26/04/16	Thu 05/05/16
264	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Thu 28/04/16	Sat 07/05/16
265	Install formwork sumping Beam insitu	9 days	Wed 04/05/16	Fri 13/05/16
266	Pouring Concrete Beam Insitu Elv +12800	1 day	Sat 14/05/16	Sat 14/05/16
267	Pembongkaran formwork sumping Beam Elv +12800	1 day	Mon 16/05/16	Mon 16/05/16
268	Install Precast Half Slab	2 days	Tue 17/05/16	Wed 18/05/16
269	<b>Slab Elv +12800</b>	<b>10 days</b>	<b>Thu 19/05/16</b>	<b>Mon 30/05/16</b>
270	Install Precast Half Slab	2 days	Thu 19/05/16	Fri 20/05/16
271	Install Formwork	5 days	Sat 21/05/16	Thu 26/05/16
272	Instal Rebar Slab	3 days	Thu 26/05/16	Sat 28/05/16
273	Pouring Concrete Slab	1 day	Mon 30/05/16	Mon 30/05/16
274	<b>Chemical Coating</b>	<b>21 days</b>	<b>Tue 31/05/16</b>	<b>Thu 23/06/16</b>
275	Coating Area Basin	14 days	Tue 31/05/16	Wed 15/06/16
276	Coating Area Structure	21 days	Tue 31/05/16	Thu 23/06/16

277	<b>Cell 3</b>	<b>160 days</b>	<b>Mon 04/01/16</b>	<b>Thu 07/07/16</b>
278	<b>Precast Half Slab Elv + 12800</b>	<b>11 days</b>	<b>Mon 04/01/16</b>	<b>Fri 15/01/16</b>
279	Fabrikasi Formwork	7 days	Mon 04/01/16	Mon 11/01/16
280	Fabrikasi Rebar	4 days	Fri 08/01/16	Tue 12/01/16
281	Install Rebar Precast Half Slab	3 days	Mon 11/01/16	Wed 13/01/16
282	Pouring Concrete Precast Half Slab	3 days	Wed 13/01/16	Fri 15/01/16
283	<b>Precast Beam PBX1 ( 100x300)</b>	<b>25 days</b>	<b>Wed 17/02/16</b>	<b>Wed 16/03/16</b>
284	Fabrikasi Molding	7 days	Wed 17/02/16	Wed 24/02/16
285	Fabrikasi Rebar	7 days	Thu 25/02/16	Thu 03/03/16
286	Install Rebar	7 days	Fri 04/03/16	Fri 11/03/16
287	Pouring Concrete Precast Beam PBX1	7 days	Wed 09/03/16	Wed 16/03/16
288	<b>Kolom CC1 ( To Elv + 5600 ) - 9 nos</b>	<b>6 days</b>	<b>Fri 05/02/16</b>	<b>Thu 11/02/16</b>
289	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Fri 05/02/16	Mon 08/02/16
290	Install Formwork Kolom	2 days	Sat 06/02/16	Mon 08/02/16
291	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	1 day	Tue 09/02/16	Tue 09/02/16
292	Pouring Concrete Kolom	1 day	Wed 10/02/16	Wed 10/02/16
293	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Thu 11/02/16	Thu 11/02/16
294	<b>Wall W2 ( To Elv +5600 )</b>	<b>9 days</b>	<b>Fri 12/02/16</b>	<b>Mon 22/02/16</b>
295	Install Scaffolding BS 1139	1 day	Fri 12/02/16	Fri 12/02/16
296	Install Rebar Wall W2	4 days	Fri 12/02/16	Tue 16/02/16
297	Install Formwork Wall	4 days	Mon 15/02/16	Thu 18/02/16
298	Pouring Concrete Wall	1 day	Fri 19/02/16	Fri 19/02/16
299	Pembongkaran Formwork Wall	2 days	Sat 20/02/16	Mon 22/02/16
300	<b>Beam Elv + 6500</b>	<b>22 days</b>	<b>Tue 23/02/16</b>	<b>Fri 18/03/16</b>
301	Install A frame	4 days	Tue 23/02/16	Fri 26/02/16
302	Install formwork bawah	9 days	Wed 24/02/16	Fri 04/03/16
303	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Wed 02/03/16	Fri 11/03/16
304	Install formwork sampling Beam insitu	9 days	Thu 03/03/16	Sat 12/03/16
305	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 6500	2 days	Mon 14/03/16	Tue 15/03/16
306	Pembongkaran formwork sampling Beam Elv +6500	3 days	Wed 16/03/16	Fri 18/03/16
307	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	2 days	Thu 17/03/16	Fri 18/03/16
308	<b>Kolom CC1 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>8 days</b>	<b>Sat 19/03/16</b>	<b>Mon 28/03/16</b>
309	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Sat 19/03/16	Mon 21/03/16
310	Install Formwork Kolom	4 days	Mon 21/03/16	Thu 24/03/16
311	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	4 days	Mon 21/03/16	Thu 24/03/16
312	Pouring Concrete Kolom	1 day	Fri 25/03/16	Fri 25/03/16
313	Pembongkaran formwork kolom	1 day	Sat 26/03/16	Sat 26/03/16
314	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Mon 28/03/16	Mon 28/03/16
315	<b>Wall W2 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>13 days</b>	<b>Tue 29/03/16</b>	<b>Tue 12/04/16</b>
316	Install Scaffolding BS 1139 ( untuk Wall )	3 days	Tue 29/03/16	Thu 31/03/16
317	Install Rebar Wall W2	3 days	Fri 01/04/16	Mon 04/04/16
318	Install Formwork Wall	3 days	Thu 07/04/16	Sat 09/04/16
319	Pouring Concrete Wall	1 day	Mon 11/04/16	Mon 11/04/16
320	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Tue 12/04/16	Tue 12/04/16

321	<b>Wall Cantilever ( Hanya Area Selatan )</b>	<b>40 days</b>	<b>Tue 29/03/16</b>	<b>Fri 13/05/16</b>
322	Install Scaffolding A frame	5 days	Tue 29/03/16	Sat 02/04/16
323	Install formwork bawah	10 days	Mon 04/04/16	Thu 14/04/16
324	Install Rebar Beam & Slab Elv +8900	10 days	Sat 09/04/16	Wed 20/04/16
325	Pouring concrete beam & Slab Elv +8900	1 day	Thu 21/04/16	Thu 21/04/16
326	Install Rebar Horizontal wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	6 days	Fri 22/04/16	Thu 28/04/16
327	Install Formwork wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	4 days	Fri 29/04/16	Tue 03/05/16
328	Pouring Concrete Wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	1 day	Wed 04/05/16	Wed 04/05/16
329	Bongkar formwork Wall	2 days	Thu 05/05/16	Fri 06/05/16
330	Install Suport formwork Slab Elv +11100	4 days	Sat 07/05/16	Wed 11/05/16
331	Instal Rebar slab +11100	3 days	Tue 10/05/16	Thu 12/05/16
332	Pouring Concrete slab +11100	1 day	Fri 13/05/16	Fri 13/05/16
333	<b>Beam Elv + 10600</b>	<b>23 days</b>	<b>Sat 19/03/16</b>	<b>Thu 14/04/16</b>
334	Install A frame	6 days	Sat 19/03/16	Fri 25/03/16
335	Install formwork bawah	9 days	Fri 25/03/16	Mon 04/04/16
336	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Wed 30/03/16	Fri 08/04/16
337	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Thu 31/03/16	Sat 09/04/16
338	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 10600	1 day	Mon 11/04/16	Mon 11/04/16
339	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +10600	2 days	Tue 12/04/16	Wed 20/04/16
340	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	1 day	Thu 14/04/16	Thu 14/04/16
341	<b>Kolom CC1 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	<b>8 days</b>	<b>Fri 15/04/16</b>	<b>Sat 23/04/16</b>
342	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Fri 15/04/16	Sat 16/04/16
343	Install Formwork Kolom	3 days	Mon 18/04/16	Wed 20/04/16
344	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	3 days	Tue 19/04/16	Thu 21/04/16
345	Pouring Concrete Kolom	1 day	Fri 22/04/16	Fri 22/04/16
346	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Sat 23/04/16	Sat 23/04/16
347	<b>Wall W2 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	<b>13 days</b>	<b>Mon 25/04/16</b>	<b>Mon 09/05/16</b>
348	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Mon 25/04/16	Wed 27/04/16
349	Install Rebar Wall W2	8 days	Mon 25/04/16	Tue 03/05/16
350	Install Formwork Wall	8 days	Thu 28/04/16	Fri 06/05/16
351	Pouring Concrete Wall	1 day	Sat 07/05/16	Sat 07/05/16
352	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Mon 09/05/16	Mon 09/05/16
353	<b>Beam Elv + 12800</b>	<b>20 days</b>	<b>Tue 10/05/16</b>	<b>Wed 01/06/16</b>
354	Install A frame	4 days	Tue 10/05/16	Fri 13/05/16
355	Install formwork bawah	9 days	Tue 10/05/16	Thu 19/05/16
356	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Thu 12/05/16	Sat 21/05/16
357	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Wed 18/05/16	Fri 27/05/16
358	Pouring Concrete Beam Insitu Elv +12800	1 day	Sat 28/05/16	Sat 28/05/16
359	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +12800	1 day	Mon 30/05/16	Mon 30/05/16
360	Install Precast Half Slab	2 days	Tue 31/05/16	Wed 01/06/16
361	<b>Slab Elv +12800</b>	<b>10 days</b>	<b>Thu 02/06/16</b>	<b>Mon 13/06/16</b>
362	Install Precast Half Slab	2 days	Thu 02/06/16	Fri 03/06/16
363	Install Formwork	5 days	Sat 04/06/16	Thu 09/06/16
364	Instal Rebar Slab	3 days	Thu 09/06/16	Sat 11/06/16
365	Pouring Concrete Slab	1 day	Mon 13/06/16	Mon 13/06/16
366	<b>Chemical Coating</b>	<b>21 days</b>	<b>Tue 14/06/16</b>	<b>Thu 07/07/16</b>
367	Coating Area Basin	14 days	Tue 14/06/16	Wed 29/06/16
368	Coating Area Structure	21 days	Tue 14/06/16	Thu 07/07/16

369	<b>Cell 1</b>	<b>160 days</b>	<b>Thu 14/01/16</b>	<b>Mon 18/07/16</b>
370	<b>Precast Half Slab Elv + 12800</b>	<b>11 days</b>	<b>Thu 14/01/16</b>	<b>Tue 26/01/16</b>
371	Fabrikasi Formwork	7 days	Thu 14/01/16	Thu 21/01/16
372	Fabrikasi Rebar	4 days	Tue 19/01/16	Fri 22/01/16
373	Install Rebar Precast Half Slab	3 days	Thu 21/01/16	Sat 23/01/16
374	Pouring Concrete Precast Half Slab	3 days	Sat 23/01/16	Tue 26/01/16
375	<b>Precast Beam PBX1 ( 100x300)</b>	<b>25 days</b>	<b>Sat 27/02/16</b>	<b>Sat 26/03/16</b>
376	Fabrikasi Molding	7 days	Sat 27/02/16	Sat 05/03/16
377	Fabrikasi Rebar	7 days	Mon 07/03/16	Mon 14/03/16
378	Install Rebar	7 days	Tue 15/03/16	Tue 22/03/16
379	Pouring Concrete Precast Beam PBX1	7 days	Sat 19/03/16	Sat 26/03/16
380	<b>Kolom CC1 ( To Elv + 5600 ) - 9 nos</b>	<b>6 days</b>	<b>Tue 16/02/16</b>	<b>Mon 22/02/16</b>
381	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Tue 16/02/16	Thu 18/02/16
382	Install Formwork Kolom	2 days	Wed 17/02/16	Thu 18/02/16
383	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	1 day	Fri 19/02/16	Fri 19/02/16
384	Pouring Concrete Kolom	1 day	Sat 20/02/16	Sat 20/02/16
385	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Mon 22/02/16	Mon 22/02/16
386	<b>Wall W2 ( To Elv +5600 )</b>	<b>9 days</b>	<b>Tue 23/02/16</b>	<b>Thu 03/03/16</b>
387	Install Scaffolding BS 1139	1 day	Tue 23/02/16	Tue 23/02/16
388	Install Rebar Wall W2	4 days	Tue 23/02/16	Fri 26/02/16
389	Install Formwork Wall	4 days	Thu 25/02/16	Mon 29/02/16
390	Pouring Concrete Wall	1 day	Tue 01/03/16	Tue 01/03/16
391	Pembongkaran Formwork Wall	2 days	Wed 02/03/16	Thu 03/03/16
392	<b>Beam Elv + 6500</b>	<b>22 days</b>	<b>Fri 04/03/16</b>	<b>Tue 29/03/16</b>
393	Install A frame	4 days	Fri 04/03/16	Tue 08/03/16
394	Install formwork bawah	9 days	Sat 05/03/16	Tue 15/03/16
395	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Sat 12/03/16	Tue 22/03/16
396	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Mon 14/03/16	Wed 23/03/16
397	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 6500	2 days	Thu 24/03/16	Fri 25/03/16
398	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +6500	3 days	Sat 26/03/16	Tue 29/03/16
399	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	2 days	Mon 28/03/16	Tue 29/03/16
400	<b>Kolom CC1 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>8 days</b>	<b>Wed 30/03/16</b>	<b>Thu 07/04/16</b>
401	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Wed 30/03/16	Thu 31/03/16
402	Install Formwork Kolom	4 days	Thu 31/03/16	Mon 04/04/16
403	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	4 days	Thu 31/03/16	Mon 04/04/16
404	Pouring Concrete Kolom	1 day	Tue 05/04/16	Tue 05/04/16
405	Pembongkaran formwork kolom	1 day	Wed 06/04/16	Wed 06/04/16
406	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Thu 07/04/16	Thu 07/04/16
407	<b>Wall W2 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>13 days</b>	<b>Fri 08/04/16</b>	<b>Fri 08/04/16</b>
408	Install Scaffolding BS 1139 ( untuk Wall )	3 days	Fri 08/04/16	Mon 11/04/16
409	Install Rebar Wall W2	3 days	Tue 12/04/16	Thu 14/04/16
410	Install Formwork Wall	3 days	Mon 18/04/16	Wed 20/04/16
411	Pouring Concrete Wall	1 day	Thu 21/04/16	Thu 21/04/16
412	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Fri 22/04/16	Fri 22/04/16



413	<b>Wall Cantilever ( Hanya Area Selatan )</b>	<b>40 days</b>	<b>Fri 08/04/16</b>	<b>Tue 24/05/16</b>
414	Install Scaffolding A frame	5 days	Fri 08/04/16	Wed 13/04/16
415	Install formwork bawah	10 days	Thu 14/04/16	Mon 25/04/16
416	Install Rebar Beam & Slab Elv +8900	10 days	Wed 20/04/16	Sat 30/04/16
417	Pouring concrete beam & Slab Elv +8900	1 day	Mon 02/05/16	Mon 02/05/16
418	Install Rebar Horizontal wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	6 days	Tue 03/05/16	Mon 09/05/16
419	Install Formwork wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	4 days	Tue 10/05/16	Fri 13/05/16
420	Pouring Concrete Wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	1 day	Sat 14/05/16	Sat 14/05/16
421	Bongkar formwork Wall	2 days	Mon 16/05/16	Tue 17/05/16
422	Install Suport formwork Slab Elv +11100	4 days	Wed 18/05/16	Sat 21/05/16
423	Instal Rebar slab +11100	3 days	Fri 20/05/16	Mon 23/05/16
424	Pouring Concrete slab +11100	1 day	Tue 24/05/16	Tue 24/05/16
425	<b>Beam Elv + 10600</b>	<b>23 days</b>	<b>Wed 30/03/16</b>	<b>Mon 25/04/16</b>
426	Install A frame	6 days	Wed 30/03/16	Tue 05/04/16
427	Install formwork bawah	9 days	Tue 05/04/16	Thu 14/04/16
428	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Sat 09/04/16	Tue 19/04/16
429	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Mon 11/04/16	Wed 20/04/16
430	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 10600	1 day	Thu 21/04/16	Thu 21/04/16
431	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +10600	2 days	Fri 20/04/16	Sat 23/04/16
432	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	1 day	Mon 25/04/16	Mon 25/04/16
433	<b>Kolom CC1 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	<b>8 days</b>	<b>Tue 26/04/16</b>	<b>Wed 04/05/16</b>
434	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Tue 26/04/16	Wed 27/04/16
435	Install Formwork Kolom	3 days	Thu 28/04/16	Sat 30/04/16
436	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	3 days	Fri 29/04/16	Mon 02/05/16
437	Pouring Concrete Kolom	1 day	Tue 03/05/16	Tue 03/05/16
438	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Wed 04/05/16	Wed 04/05/16
439	<b>Wall W2 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	<b>13 days</b>	<b>Thu 05/05/16</b>	<b>Thu 19/05/16</b>
440	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Thu 05/05/16	Sat 07/05/16
441	Install Rebar Wall W2	8 days	Thu 05/05/16	Fri 13/05/16
442	Install Formwork Wall	8 days	Mon 09/05/16	Tue 17/05/16
443	Pouring Concrete Wall	1 day	Wed 18/05/16	Wed 18/05/16
444	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Thu 19/05/16	Thu 19/05/16
445	<b>Beam Elv + 12800</b>	<b>20 days</b>	<b>Fri 20/05/16</b>	<b>Sat 11/06/16</b>
446	Install A frame	4 days	Fri 20/05/16	Tue 24/05/16
447	Install formwork bawah	9 days	Fri 20/05/16	Mon 30/05/16
448	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Mon 23/05/16	Wed 01/06/16
449	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Sat 28/05/16	Tue 07/06/16
450	Pouring Concrete Beam Insitu Elv +12800	1 day	Wed 08/06/16	Wed 08/06/16
451	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +12800	1 day	Thu 09/06/16	Thu 09/06/16
452	Install Precast Half Slab	2 days	Fri 10/06/16	Sat 11/06/16
453	<b>Slab Elv +12800</b>	<b>10 days</b>	<b>Mon 13/06/16</b>	<b>Thu 23/06/16</b>
454	Install Precast Half Slab	2 days	Mon 13/06/16	Tue 14/06/16
455	Install Formwork	5 days	Wed 15/06/16	Mon 20/06/16
456	Instal Rebar Slab	3 days	Mon 20/06/16	Wed 22/06/16
457	Pouring Concrete Slab	1 day	Thu 23/06/16	Thu 23/06/16
458	<b>Chemical Coating</b>	<b>21 days</b>	<b>Fri 24/06/16</b>	<b>Mon 18/07/16</b>
459	Coating Area Basin	14 days	Fri 24/06/16	Sat 09/07/16
460	Coating Area Structure	21 days	Fri 24/06/16	Mon 18/07/16

461	<b>Cell 2</b>	<b>160 days</b>	<b>Wed 27/01/16</b>	<b>Sat 30/07/16</b>
462	<b>Precast Half Slab Elv + 12800</b>	<b>11 days</b>	<b>Wed 27/01/16</b>	<b>Mon 08/02/16</b>
463	Fabrikasi Formwork	7 days	Wed 27/01/16	Wed 03/02/16
464	Fabrikasi Rebar	4 days	Mon 01/02/16	Thu 04/02/16
465	Install Rebar Precast Half Slab	3 days	Wed 03/02/16	Fri 05/02/16
466	Pouring Concrete Precast Half Slab	3 days	Fri 05/02/16	Mon 08/02/16
467	<b>Precast Beam PBX1 ( 100x300)</b>	<b>25 days</b>	<b>Fri 11/03/16</b>	<b>Fri 08/04/16</b>
468	Fabrikasi Molding	7 days	Fri 11/03/16	Fri 18/03/16
469	Fabrikasi Rebar	7 days	Sat 19/03/16	Sat 26/03/16
470	Install Rebar	7 days	Mon 28/03/16	Mon 04/04/16
471	Pouring Concrete Precast Beam PBX1	7 days	Fri 01/04/16	Fri 08/04/16
472	<b>Kolom CC1 ( To Elv + 5600 ) - 9 nos</b>	<b>6 days</b>	<b>Mon 29/02/16</b>	<b>Sat 05/03/16</b>
473	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Mon 29/02/16	Wed 02/03/16
474	Install Formwork Kolom	2 days	Tue 01/03/16	Wed 02/03/16
475	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	1 day	Thu 03/03/16	Thu 03/03/16
476	Pouring Concrete Kolom	1 day	Fri 04/03/16	Fri 10/03/16
477	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Sat 05/03/16	Sat 05/03/16
478	<b>Wall W2 ( To Elv +5600 )</b>	<b>9 days</b>	<b>Mon 07/03/16</b>	<b>Wed 16/03/16</b>
479	Install Scaffolding BS 1139	1 day	Mon 07/03/16	Mon 07/03/16
480	Install Rebar Wall W2	4 days	Mon 07/03/16	Thu 10/03/16
481	Install Formwork Wall	4 days	Wed 09/03/16	Sat 12/03/16
482	Pouring Concrete Wall	1 day	Mon 14/03/16	Mon 14/03/16
483	Pembongkaran Formwork Wall	2 days	Tue 15/03/16	Wed 16/03/16
484	<b>Beam Elv + 6500</b>	<b>22 days</b>	<b>Thu 17/03/16</b>	<b>Mon 11/04/16</b>
485	Install A frame	4 days	Thu 17/03/16	Mon 21/03/16
486	Install formwork bawah	9 days	Fri 18/03/16	Mon 28/03/16
487	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Fri 25/03/16	Mon 04/04/16
488	Install formwork sampling Beam insitu	9 days	Sat 26/03/16	Tue 05/04/16
489	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 6500	2 days	Wed 06/04/16	Thu 07/04/16
490	Pembongkaran formwork sampling Beam Elv +6500	3 days	Fri 08/04/16	Mon 11/04/16
491	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	2 days	Sat 09/04/16	Mon 11/04/16
492	<b>Kolom CC1 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>8 days</b>	<b>Tue 12/04/16</b>	<b>Wed 20/04/16</b>
493	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Tue 12/04/16	Wed 13/04/16
494	Install Formwork Kolom	4 days	Wed 13/04/16	Sat 16/04/16
495	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	4 days	Wed 13/04/16	Sat 16/04/16
496	Pouring Concrete Kolom	1 day	Mon 18/04/16	Mon 18/04/16
497	Pembongkaran formwork kolom	1 day	Tue 19/04/16	Tue 19/04/16
498	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Wed 20/04/16	Wed 20/04/16
499	<b>Wall W2 ( From Elv +6500 To Elv + 9800 )</b>	<b>13 days</b>	<b>Thu 21/04/16</b>	<b>Thu 05/05/16</b>
500	Install Scaffolding BS 1139 ( untuk Wall )	3 days	Thu 21/04/16	Sat 23/04/16
501	Install Rebar Wall W2	3 days	Mon 25/04/16	Wed 27/04/16
502	Install Formwork Wall	3 days	Sat 30/04/16	Tue 03/05/16
503	Pouring Concrete Wall	1 day	Wed 04/05/16	Wed 04/05/16
504	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Thu 05/05/16	Thu 05/05/16

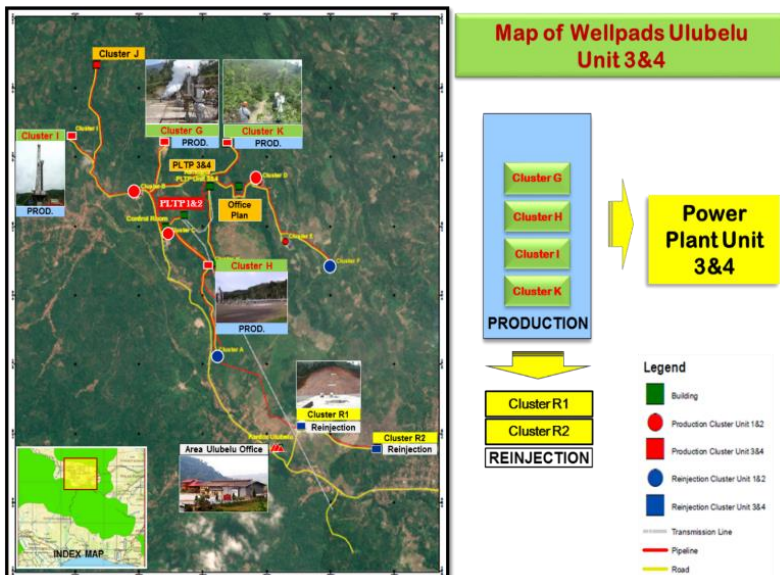
505	<b>Wall Cantilever ( Hanya Area Selatan )</b>	<b>40 days</b>	<b>Thu 21/04/16</b>	<b>Mon 06/06/16</b>
506	Install Scaffolding A frame	5 days	Thu 21/04/16	Tue 26/04/16
507	Install formwork bawah	10 days	Wed 27/04/16	Sat 07/05/16
508	Install Rebar Beam & Slab Elv +8900	10 days	Tue 03/05/16	Fri 13/05/16
509	Pouring concrete beam & Slab Elv +8900	1 day	Sat 14/05/16	Sat 14/05/16
510	Install Rebar Horizontal wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	6 days	Mon 16/05/16	Sat 21/05/16
511	Install Formwork wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	4 days	Mon 23/05/16	Thu 26/05/16
512	Pouring Concrete Wall ( Elv +8900 to Elv +10900 )	1 day	Fri 27/05/16	Fri 27/05/16
513	Bongkar formwork Wall	2 days	Sat 28/05/16	Mon 30/05/16
514	Install Suport formwork Slab Elv +11100	4 days	Tue 31/05/16	Fri 03/06/16
515	Instal Rebar slab +11100	3 days	Thu 02/06/16	Sat 04/06/16
516	Pouring Concrete slab +11100	1 day	Mon 06/06/16	Mon 06/06/16
517	<b>Beam Elv + 10600</b>	<b>23 days</b>	<b>Tue 12/04/16</b>	<b>Sat 07/05/16</b>
518	Install A frame	6 days	Tue 12/04/16	Mon 18/04/16
519	Install formwork bawah	9 days	Mon 18/04/16	Wed 27/04/16
520	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Fri 22/04/16	Mon 02/05/16
521	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Sat 23/04/16	Tue 03/05/16
522	Pouring Concrete Beam Insitu Elv + 10600	1 day	Wed 04/05/16	Wed 04/05/16
523	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +10600	2 days	Thu 05/05/16	Fri 06/05/16
524	Install Precast Beam PBX1 ( 100x300 )	1 day	Sat 07/05/16	Sat 07/05/16
525	<b>Kolom CC1 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	<b>8 days</b>	<b>Mon 09/05/16</b>	<b>Tue 17/05/16</b>
526	Install Scaffolding BS 1139	2 days	Mon 09/05/16	Tue 10/05/16
527	Install Formwork Kolom	3 days	Wed 11/05/16	Fri 13/05/16
528	Install Starterbar wall D10-150 ( Connection to Wall W2 )	3 days	Thu 12/05/16	Sat 14/05/16
529	Pouring Concrete Kolom	1 day	Mon 16/05/16	Mon 16/05/16
530	Pembongkaran Scaffolding Kolom	1 day	Tue 17/05/16	Tue 17/05/16
531	<b>Wall W2 ( From Elv +10600 To Elv + 12000 )</b>	<b>13 days</b>	<b>Wed 18/05/16</b>	<b>Wed 01/06/16</b>
532	Install Scaffolding BS 1139	3 days	Wed 18/05/16	Fri 20/05/16
533	Install Rebar Wall W2	8 days	Wed 18/05/16	Thu 26/05/16
534	Install Formwork Wall	8 days	Sat 21/05/16	Mon 30/05/16
535	Pouring Concrete Wall	1 day	Tue 31/05/16	Tue 31/05/16
536	Pembongkaran Formwork Wall	1 day	Wed 01/06/16	Wed 01/06/16
537	<b>Beam Elv + 12800</b>	<b>20 days</b>	<b>Thu 02/06/16</b>	<b>Fri 24/06/16</b>
538	Install A frame	4 days	Thu 02/06/16	Mon 06/06/16
539	Install formwork bawah	9 days	Thu 02/06/16	Sat 11/06/16
540	Install Rebar Beam Insitu	9 days	Sat 04/06/16	Tue 14/06/16
541	Install formwork samping Beam insitu	9 days	Fri 10/06/16	Mon 20/06/16
542	Pouring Concrete Beam Insitu Elv +12800	1 day	Tue 21/06/16	Tue 21/06/16
543	Pembongkaran formwork samping Beam Elv +12800	1 day	Wed 22/06/16	Wed 22/06/16
544	Install Precast Half Slab	2 days	Thu 23/06/16	Fri 24/06/16
545	<b>Slab Elv +12800</b>	<b>10 days</b>	<b>Sat 25/06/16</b>	<b>Wed 06/07/16</b>
546	Install Precast Half Slab	2 days	Sat 25/06/16	Mon 27/06/16
547	Install Formwork	5 days	Tue 28/06/16	Sat 02/07/16
548	Instal Rebar Slab	3 days	Sat 02/07/16	Tue 05/07/16
549	Pouring Concrete Slab	1 day	Wed 06/07/16	Wed 06/07/16
550	<b>Chemical Coating</b>	<b>21 days</b>	<b>Thu 07/07/16</b>	<b>Sat 30/07/16</b>
551	Coating Area Basin	14 days	Thu 07/07/16	Fri 22/07/16
552	Coating Area Structure	21 days	Thu 07/07/16	Sat 30/07/16



## Lampiran VII ( Perencanaan Proyek )



*Lokasi Proyek Ulubelu Unit 3&4 Geothermal Power Project*



*Site Plan Ulubelu Unit 3&4 Geothermal Power Project*

### Perencanaan Cooling Tower Unit 4

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Merujuk pada tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Optimasi Waktu Dan Biaya Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) Pada Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Ulubelu Unit 3&4, Lampung”, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Penjadwalan dalam suatu proyek konstruksi merupakan aspek yang penting agar pelaksanaan proyek dapat berjalan sesuai rencana. Pada tugas akhir ini digunakan metode Precedence Diagram Method (PDM). Dengan pembuatan jadwal ini kita dapat mengetahui kapan suatu proyek itu dimulai dan harus selesai, hubungan antar pekerjaan, mengetahui pekerjaan yang masuk kedalam lintasan kritis dan sebagai alat untuk pengendalian proyek dari segi waktu.
- b. Pengurangan waktu proyek akan berpengaruh pada meningkatnya nilai direct cost dan menurunnya nilai indirect cost dari harga pada waktu normalnya. Besarnya penambahan biaya direct cost tidak sebanding dengan pengurangan indirect cost, hal ini menyebabkan biaya total proyek akan mengalami peningkatan dan penurunan.
- c. Cost slope digunakan untuk mengidentifikasi pekerjaan yang dapat dilakukan pada proses crashing yaitu pekerjaan dalam jalur kritis yang mempunyai cost slope terendah.
- d. Metode time cost trade off merupakan metode untuk mempercepat durasi proyek. Time cost trade off adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis yang selanjutnya dilakukan kompresi dimulai pada lintasan kritis yang mempunyai nilai cost slope terendah serta terus menerus dilakukan hingga lintasan kritis mempunyai aktivitas-aktivitas yang telah jenuh seluruhnya.

- e. Pada pembangunan proyek Cooling Tower Unit 4 biaya proyek hasil dari percepatan sebesar Rp23.884.181.316,49 dengan waktu penyelesaian proyek selama 167 hari. Proyek ini dapat dipercepat selama 42 hari dengan biaya penambahan sebesar Rp3.081.610.070,00.

## 5.2 Saran

Berkenaan dengan penjadwalan waktu pada suatu proyek konstruksi, agar didapatkan hasil yang efektif dan efisien, maka penulis memberikan beberapa saran, yaitu:

- a. Penjadwalan proyek sebaiknya disesuaikan dengan kondisi lingkungan, ketersediaan sumber daya, metode pelaksanaan dan memungkinkan kendala dalam pelaksanaan proyek.
- b. Besarnya biaya total proyek dipengaruhi oleh direct cost dan indirect cost. Dalam time cost trade off yang sangat berpengaruh terhadap biaya total proyek adalah direct cost. Jadi, dalam penentuan direct cost ini perlu diperhitungkan dengan cermat dan teliti agar dapat diperoleh direct cost yang optimal. Sedangkan indirect cost mempunyai pengaruh yang kecil tetapi tetap harus kita perhitungkan karena mempunyai kontribusi terhadap biaya total proyek.
- c. Penerapan metode time cost trade off dapat sangat membantu kita apabila menjadi kontraktor karena kita akan menemukan waktu yang optimum dengan biaya yang efisien. Kemudian kita dapat mengetahui pertukaran biaya dan waktu sehingga dapat merencanakan solusi yang terbaik apabila proyek mengalami keterlambatan dengan meminimalkan penambahan biaya.
- d. Dapat dicoba cara crashing lain selain dengan penambahan tenaga kerja dan penambahan waktu kerja/lembur seperti pada Tugas Akhir ini, misalnya dengan menggunakan penambahan alat dan metode kerja yang baru dan modern sehingga dapat menghasilkan pengurangan durasi yang lebih maksimum dengan penambahan biaya yang lebih minimum tetapi tetap pada mutu yang disyaratkan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, I. 1996. ***Manajemen Proyek dan Konstruksi, Jilid I.*** Cetakan Pertama. Yogyakarta:Penerbit Kanisius
- Frederika., Ariany. 2010. **Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi.** Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vo. 14, No.2 Universitas Udayana. Denpasar.
- Handoko T.H. 2000. **Manajemen Personalia dan Sumberdaya Manusia.** Edisi II, Cetakan Keempat Belas. Yogyakarta: Penerbit Erlangga.
- Herjanto, E. 2003. **Manajemen Produksi dan Operasi.** Edisi Ketiga. Jakarta: Grasindo.
- Januar, FT. 2011. **Analisa Faktor-Faktor Penyebab Rework Pada Pekerjaan.** Skripsi. Fakultas Teknik Sipil Universitas Atmajaya Yogyakarta. Yogyakarta.
- Luthan., Putri L.A., Syafriandi. 2006. **Aplikasi Microsoft Project untuk Penjadwalan Kerja Proyek Teknik Sipil.** Yogyakarta:Andi.
- Iqbal, Muhammad. 2012. **Analisis Perbandingan Percepatan Pelaksanaan Pekerjaan Antara Penambahan Tenaga Kerja Dengan Penambahan Jam Kerja Pada Proyek Pembangunan gedung Kantor Bupati Kabupaten Pringsewu Tahap – II.** Lampung : Universitas Lampung.
- Nugroho A., Yos R.B., Hettyca A. 2009. **Perancangan Aplikasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) (Studi Kasus Pada Dinas Pekerjaan Umum Kota Salatiga).** Fakultas

Teknologi Informasi Universitas Kristen Satya Wacana.  
Salatiga.

Pamungkas, R. 2011. **Analisis Kinerja Dinding Bata Yang Diperbaiki Dengan Plester**. Skripsi. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok.

Soeharto, I. 1995. **Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional**. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Tjaturono., Nadjadji A., Indrasurya B.M. 2004. **Valuasi Produktivitas Tenaga Kerja Berdasarkan Delapan Faktor Internal Dibandingkan dengan Standart BOW 1921 dan SNI 2001 pada Pembangunan Rumah Menengah di Jawa Timur**. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Tarumanegara No. 1 Tahun ke X Maret.

## BIODATA PENULIS



Rifqi Fauzan adalah nama penulis Tugas Akhir ini. Penulis dilahirkan di Sumedang 8 November 1993 dan penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di PGIT Al-Fajar (Bekasi), TKIT Al-Fajar (Bekasi), SDIT Al-Fajar (Bekasi), SMPI Al Azhar 8 Kemang Pratama (Bekasi), SMAI Al Azhar 4 Kemang Pratama (Bekasi). Setelah lulus dari SMAI Al Azhar 4 Kemang Pratama pada tahun

2012, penulis mengikuti ujian masuk ITS dan diterima di Jurusan S1 Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 31 12 100 126. Di jurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Manajemen Konstruksi. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi yang ada di kampus ITS seperti Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS) dan Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan (BEM FTSP). Selain itu penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Sipil, Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS ITS), BEM FTSP dan BEM ITS selama menjadi mahasiswa. Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya Tugas Akhir yang berjudul ***“Analisis Optimasi Waktu dan Biaya Dengan Metode *Time Cost Trade Off* Pada Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Ulubelu Unit 3&4, Lampung”***

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*